

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

CONF. DR. ARH. RODICA CRIȘAN

CONSTRUCTII DIN OTEL

Ediția a II-a
revizuită



EDITURA UNIVERSITARĂ 'ION MINCU'

București 2001

Introducere:

METALUL IN CONSTRUCȚII. FIER, FONTĂ, OȚEL

Utilizarea fierului în construcții este foarte veche, datînd din primul mileniu î.C; era însă produs în cantitate mică și folosit doar pentru confecționarea unor piese de legătură și de ranforsare.

Pînă la revoluția industrială, materialele de construcție majore sunt lemnul și piatra. Metalul (fier forjat sau fontă) are de regulă rol auxiliar și se folosește cu 'discreție' sub formă de ancoraje, agrafe, tiranți, grilaje și, uneori, stîlpi.

Prima construcție din **fontă** datează din a doua jumătate a sec. XVIII; este podul peste Severn la Coalbrookdale, GB (1777), 30 m deschidere. La începutul sec XIX se extinde utilizarea fontei în construcții, nu numai la poduri și apeducte, ci și sub formă de stîlpi și grinzi ce formează scheletul unor construcții industriale, permițînd acoperirea unor spații mari cu structuri relativ ușoare și neinflamabile.¹ Elemente decorative din fontă sunt utilizate din ce în ce mai des, pentru construcții curente, ca și pentru clădiri reprezentative, creînd un nou stil arhitectural.

Primele utilizări ale **fierului** ca element structural datează de la mijlocul secolului XIX. Perioada de glorie a construcțiilor metalice se situează între jumătatea sec. XIX și primul război mondial, în legătură cu progresul rapid al industriei siderurgice. Sunt puse în valoare calitățile și forța expresivă a noului mod de a construi: rezistența fierului la întindere este exploatată la realizarea de poduri cu mari deschideri² (poduri suspendate pe lanțuri și cabluri, poduri cu grinzi chesonate, poduri cu grinzi în zăbrele); greutatea redusă și ductilitatea fierului au contribuit în arhitectura clădirilor la răspîndirea stilului floreal (Liberty).

Diferența fizică între fontă și fier este determinată de conținutul în carbon, ce se traduce în caracteristici și procedee de producere diferite. Fonta este casantă, se toamă în forme, rezistă bine la compresiune. Fierul este un material dur, maleabil, elastic și ductil, rezistă bine la întindere; este fasonabil, se încovoie, se contractă sau se dilată, dar nu se rupe. Elementul constructiv predilect al fontei este stîlpul; cel al fierului este grinda.

Fierul provine din uzine metalurgice; prin laminare³ ia formă de bare, plăci, corniere: devine *profil*. Tehnica asamblării cu nituri a facilitat mult exploatarea constructivă a fierului.

Progresele în tehnologia fierului oferă mijloace economice de realizare a unei întregi game de clădiri (gări, hale, expoziții, sere). Se dezvoltă astfel un *tip constructiv și arhitectural nou* ce asociază *fierul și sticla, două materiale produse industrial*. Sera este exemplul ce consacră posibilitățile absolut noi oferite de fier, care joacă în acest caz dublu rol, fizic și geometric: este structură și desen, într-o suprafață de sticlă. Filiația începută de seră continuă în timp cu veranda, marchiza, bovîndoul, copertina de sticlă.

La începutul sec. XIX, înmulțirea incendiilor ce afectează clădirile din lemn, determină adoptarea sistemului constructiv metalic, în ciuda cheltuielilor suplimentare pe care le implica.

Standardizarea⁴ va permite scăderea costurilor și scurtarea timpului de execuție.

După 1850 industria siderurgică oferă constructorilor profile laminate sub formă de table și profile cu rezistențe la întindere și încovoiere superioare fontei, la prețuri comparabile. Aceste profile revoluționează domeniul construcțiilor, permițînd construirea de clădiri-turn, cu schelet metalic din laminate asamblate prin nituire la cald și pereți de umplutură.

Noile produse sunt utilizate pentru crearea unor noi tipuri de elemente structurale (grinda mixtă, grinda în zăbrele, grinda chesonată, etc).

¹ Filatura de bumbac Philip & Lee, Manchester, 1801; pavilionul regal de la Brighton - J.Nash, 1818.

² Podul de la Menai -Țara Galilor (1819-1824), 173 m; podul de la Fribourg (1834), 273 m; podul Brooklyn (1870), cca 500 m.

³ Procedeu inventat în Anglia, în 1774, odată cu pudlarea (procedeu de îndepărtare a impurităților).

⁴ Crystal Palace - Joseph Paxton, Londra 1851 - prima manifestare importantă de standardizare (fontă, fier, sticlă).

CUPRINS

<i>Introducere:</i>	pag
METALUL IN CONSTRUCȚII: FIER, FONTĂ, OȚEL	1
OȚELUL DE CONSTRUCȚII: CLASIFICĂRI, SORTIMENTE	3
CARACTERISTICILE OȚELULUI	4
PROTECȚIA LA FOC	6
PROTECȚIA CONTRA COROZIUNII	9
PRODUSE DE BAZĂ DIN OȚEL	10
PROCEDEE DE ASAMBLARE A ELEMENTELOR DIN OȚEL	15
CÎTEVA REGULI GENERALE PRIVIND CONSTRUCȚIILE DIN OȚEL	21
ELEMENTE STRUCTURALE	22
NODURI ÎNTRE ELEMENTE STRUCTURALE	31
CONCEPȚIA DE ANSAMBLU A STRUCTURII	38
PLANȘEE	48
SCĂRI	58
STRUCTURI DIN OȚEL - SINTEZĂ	60
PEREȚI DE ÎNCHIDERE	65
PEREȚI DE COMPARTIMENTARE	74
<i>Bibliografie</i>	78
<i>Exemple de construcții cu schelet din oțel</i>	I - XXIV

grinda în zăbrele, grinda chesonată, etc).

Oțelul este rezultatul progresului tehnic în ceea ce privește compoziția materialului și modul de producere. Prin reducerea conținutului de carbon sub 2% se obține un material mai elastic, mai dur, mai rezistent. Principiul tratării directe a fontei pentru producerea oțelului s-a descoperit în 1856 în Anglia⁵.

Odată cu extindere utilizării oțelului, procedeele de asamblare, tehnicile de laminare, modelele de calcul al structurilor, se modifică sensibil. Sudura ia locul niturilor, determinând schimbări în aspectul construcțiilor. Este epoca în care se naște o nouă formație profesională: inginerul de structuri și biroul de proiectare.

În prima jumătate a sec. XX utilizarea pe scară largă a oțelului în construcții se mută în SUA; construcția de 'zgîrie-nori' folosește oțelul pentru rezistența sa dar, în general, îl ascunde sub placaje de piatră (v. Empire State Building, Rockefeller Center). Noul mod de a construi, repetînd la infinit pe verticală același tip de etaj cu structură din stîlpi și grinzi de oțel⁶, aduce după sine *raționalizarea execuției, montajul uscat și prefabricarea*.

În Europa anilor '30 Jean Prouvé dă un nou impuls folosirii metalului în construcții. Deși preocupările sale se îndreaptă îndeosebi spre fațade, grija pentru detaliu, originalitatea în fasonarea oțelului, conduc la noi reflecții arhitecturale privind utilizarea oțelului. Robert le Ricolais, inginer-artist, contemporan cu Prouvé, realizează sisteme structurale originale, bazate pe cabluri și țevi, ce se înscriu în orizontul de căutări promovat în principal de Buckminster Fuller (cupolele geodezice, ce permit închiderea volumului maxim cu minimum de material).

Ca exemple reprezentative pentru arhitectura ultimelor decenii pot fi reținute: Centrul național de artă și cultură George Pompidou, Paris (1971, Renzo Piano, Richard Rogers); Sediul bancar Hongkong (1975, Norman Foster); Institutul lumii arabe, Paris (1988, J. Nouvel, P. Soria, G. Lezenès și Architecture Studio); Piramida de la Luvru (1989, I. M. Pei, G. Duval, M. Macary), ș.a.

⁵ Între 1850 și 1915 fierul pudlat și oțelul sunt utilizate simultan; numai o analiză metalografică permite determinarea naturii metalului.

⁶ Tip de construcție inventat de William Le Baron Jenney; Home Insurance Building (1884) este considerat primul 'zgîrie-nori'.

OȚELUL DE CONSTRUCȚII. CLASIFICĂRI, SORTIMENTE.

Oțelul se obține din minereul de fier printr-o succesiune de operații ce au ca scop separarea fierului și apoi transformarea fierului brut în oțel, prin eliminarea impurităților și reducerea conținutului de carbon. Oțelul este deci un aliaj al fierului cu alte elemente, principalul fiind carbonul. Funcție de conținutul în carbon, oțelul ($< 2\%$ carbon) se deosebește de fontă.

Un oțel este definit prin caracteristicile sale fizice, mecanice și chimice.

În construcțiile metalice se utilizează **oțeluri normate**, respectiv oțeluri ale căror caracteristici sunt definite prin valori minime sau maxime prescrise de norme¹ (valorile admise pentru calcule).

Există mai multe tipuri de clasificări ale oțelurilor, funcție de compoziția chimică, funcție de caracteristicile mecanice de rezistență la întindere sau funcție de limita de elasticitate.

Clasificarea curent utilizată în construcțiile metalice deosebește oțelurile funcție de rezistența la întindere (marca oțelului) și identifică 2 categorii principale:

- **OL 37** = oțel normal pentru construcții metalice, denumit și oțel 'moale' sau 'ductil' (echivalent Fe 360 / Euronorm)
- **OL 52** = oțel de înaltă rezistență pentru construcții metalice (echiv. Fe 510 / Euronorm)

În cadrul fiecăreia dintre categorii (mărci) standardele definesc mai multe clase de calitate.

Alegerea oțelului este determinată de considerente de ordin tehnic (rezistență, deformabilitate) și economic.

Dincolo de aceste categorii, pot fi obținute și alte tipuri de oțeluri - cu caracteristici speciale.

OȚELURILE SPECIALE

• **Oțeluri inoxidabile.** Au rezistență chimică mult superioară oțelului obișnuit, datorită alierii cu alte metale cum ar fi crom, vanadium, molibden sau cupru; oțel de duritate mare, este sudabil cu anumite precauții; datorită costului ridicat nu se utilizează de regulă la schelete metalice.

• **Oțeluri patinabile.** Create în jur de 1930 de US Steel sub numele de Cor-Ten, se fabrică în Europa din anii '60. Conțin mai puțin crom și nichel decât oțelul normal, dar au caracteristici mecanice asemănătoare. În anumite condiții de expunere, au proprietatea de a se acoperi progresiv cu un strat protector de oxizi care le conferă o bună rezistență la coroziune; formarea stratului protector este însoțită de o ușoară reducere a grosimii metalului fără consecințe asupra dimensionării. Nu rezistă în atmosferă puternic corozivă (zone industriale, zone marine) unde este necesară o protecție suplimentară.

• **Oțeluri refractare.** Se utilizează pentru confecționarea unor elemente supuse la temperaturi înalte (tuburi de cazane, rezervoare, furnale, etc); este un aliaj cu crom-nichel sau crom-molibden.

• **Oțeluri speciale de înaltă rezistență.** Mai dificil de sudat datorită conținutului ridicat de carbon, sunt utilizate în cazuri particulare, cum ar fi precomprimarea, aparate de reazem, etc.

¹ Norme naționale (STAS) și norme europene (EURONORM)

CARACTERISTICILE OȚELULUI

Caracteristicile oțelului sunt cunoscute cu mare precizie, ceea ce permite calcule de rezistență precise, facilitând dimensionarea și permițând reducerea coeficienților de siguranță.

Oțelul este un material **izotrop** putînd fi sollicitat la fel în toate direcțiile, atît la întindere cît și la compresiune.

Față de alte materiale - cum ar fi lemnul, betonul sau zidăria - capacitățile de rezistență specifice construcțiilor metalice permit folosirea unei cantități reduse de material. Acesta fiind însă relativ scump, se utilizează elemente cu grosimi mici și cu forme adecvate condițiilor cerute.

Pe de altă parte, manopera fiind oneroasă, costul construcției depinde într-o măsură importantă de timpul de fabricare și montaj.

➤ CARACTERISTICI FIZICE

Greutatea specifică:

- oțel: 7.85 - 8.00 kN/m³
- aliaj ușor de aluminiu: 2.70 kN/m³

Coeficientul de dilatare termică²:

- oțel: $10 \times [10^{-6} / ^\circ\text{C}]$
- aluminiu: $24 \times [10^{-6} / ^\circ\text{C}]$

Dilatarea datorată variațiilor de temperatură poate avea două efecte, posibil a se combina:

- variații dimensionale sub efectul temperaturii;
- variații ale eforturilor de compresiune: dacă o bară de oțel este astfel fixată la capete încît alungirea este împiedicată, creșterea temperaturii determină eforturi suplimentare de compresiune.

➤ CARACTERISTICI MECANICE

- **Maleabilitatea** este proprietatea anumitor metale de a se deforma la rece sau la cald fără a se rupe și de a putea fi trase în foi subțiri; aurul, argintul, cuprul, fierul sunt metale maleabile. Oțelul utilizat în schelete structurale poate avea o deformare de 20% înainte de rupere.
- **Elasticitatea** este proprietatea corpurilor care, deformîndu-se sub acțiunea unei forțe, tind să revină la forma inițială atunci cînd forța încetează să mai acționeze; 'modulul de elasticitate' (E) al unui material exprimă raportul între efortul unitar și deformarea specifică; $E_{\text{oțel}} = 210 \text{ kN/mm}^2$; 'limita elastică' reprezintă efortul unitar corespunzător alungirii elastice maxime.

Atîta timp cît nu sunt supuse unor sollicitări prea puternice, oțelurile au un comportament elastic. Calitatea oțelului nu influențează elasticitatea, ci numai limita elastică.

- **Plasticitatea** este aptitudinea anumitor metale care, deformîndu-se sub acțiunea unei forțe, își conservă deformarea atunci cînd forța încetează să mai acționeze; dacă este sollicitat pînă la limita sa elastică sau dincolo de ea, un oțel are comportare plastică. Datorită plasticității sale, oțelul poate fi deformat la rece pentru confecționarea de table cutate sau pentru crearea unei contrasăgeți la elemente încovoiate.

² Creșterea relativă a lungimii pentru o creștere de temperatură de 1°C.

- **Duritatea** este aptitudinea metalelor de a rezista la penetrare; poate fi ameliorată prin călire; este mai mult sau mai puțin proporțională cu rezistența la întindere; poartă diverse denumiri funcție de aparatul de încercări cu care s-a determinat (duritate Brinell, Vickers, etc)
- **Tenacitatea** este proprietatea unui metal de a putea suporta simultan, fără daune, eforturi ridicate și alungiri mari.
- **Fragilitatea** este caracteristica unui metal numit 'casant', de a se putea rupe brutal în anumite condiții, cum ar fi temperaturile scăzute; încercările de rezistență la șoc permit caracterizarea fragilității unui metal. Fonta este fragilă; oțelurile de construcții, nu.
- **Sudabilitatea** este proprietatea pe care o posedă anumite metale de a se uni între ele atunci când sunt aduse la temperatura de fuziune. Sudabilitatea unui metal este o noțiune calitativă ce poate fi apreciată cu ajutorul valorilor de rezistență la șoc.
- **Coroziunea** este degradarea (lentă) a pieselor metalice în mediu umed și în prezența oxigenului; este un fenomen electrochimic ce conduce la formarea de oxizi. Aliajele ușoare și anumite sortimente de oțel sunt fie mai rezistente (oțelurile inoxidabile) fie autoprotejate printr-o peliculă etanșă (oțeluri galvanizate, oțeluri patinabile). Suprafețele metalice pot fi totodată protejate eficient prin aplicare de vopsitorii sau diverse straturi protectoare.

ALIAJELE OȚELULUI pot combina diverse elemente cu oțelul, influențându-i caracteristicile. Asocierea cu materiale în general mai costisitoare ca oțelul crește prețul produsului, limitând astfel, din considerente economice, domeniile de aplicare. Aceste elemente pot fi:

- **Aluminiu:** ameliorează rezistența la calaminare (caracteristica metalului ca, puternic încălzit, să se acopere de oxid) dar influențează negativ sudabilitatea.
- **Azot:** crește limita de elasticitate, dar face oțelul mai sensibil la îmbătrânire.
- **Crom:** crește rezistența la temperaturi înalte; de la 12% în sus, reduce coroziunea.
- **Crom + nichel:** oțelul inoxidabil; rezistență chimică mult superioară oțelului obișnuit.
- **Cupru:** crește rezistența la coroziune.
- **Magneziu:** are aceleași proprietăți ca și cromul și nichelul; de la 12% în sus crește rezistența la uzură.
- **Molibden:** crește rezistența la temperaturi înalte, cu ameliorarea rezistenței chimice.
- **Nichel:** crește limita aparentă de elasticitate.
- **Fosfor:** face oțelul mai casant.
- **Siliciu:** crește limita aparentă de elasticitate și rezistența la întindere.
- **Vanadiu:** crește rezistența la temperaturi înalte.

PROTECȚIA LA FOC

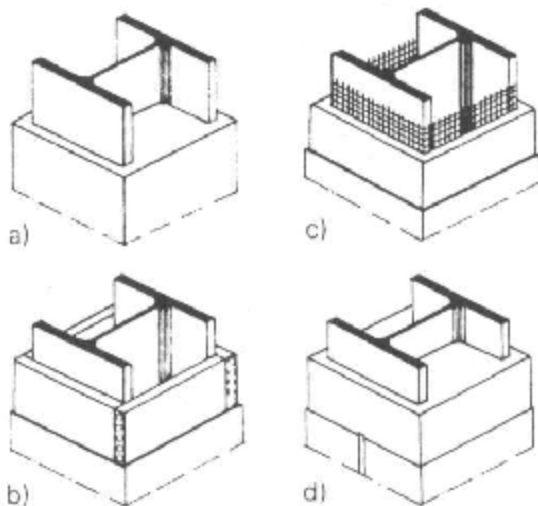
Oțelul are o comportare foarte proastă la foc; pe de o parte, își pierde rapid rezistența la temperaturi relativ joase (400 - 600°C); pe de altă parte, prin conductivitatea sa termică mare, riscă să propage incendiul.

Pentru creșterea rezistenței la foc a elementelor din oțel, acestea trebuie protejate cu materiale care au capacitate termică¹ mare sau conductivitate termică² mică:

- **BETON:** utilizarea sa este interesantă atunci când el poate participa la rezistența statică a elementului structural, ca în cazul stîlpilor sau grinzilor mixte, sau când se are în vedere o protecție cu bună rezistență la șocuri mecanice; punerea în operă se face prin turnare.
- **IPSOS:** este o protecție excelentă, relativ rezistentă; în stare uscată ipsosul conține cca 20% apă constitutivă; pentru evaporarea acestei ape și transformarea ipsosului în sulfat de calciu anhidru este necesară o energie considerabilă; punerea în operă se face prin tencuire sau prin montare de plăci.
- **FIBRO-CIMENT și VATĂ MINERALĂ:** sunt produse cu coeficient de transmisie termică mic (termoizolatoare) care pot fi puse în operă singure sau asociate cu un liant (ipsos, var sau ciment); plăcile sunt fixate cu agrafe, cu șuruburi, sau lipite.
- **VERMICULIT:** este o rocă expandată din familia micelor; sub acțiunea căldurii suferă o puternică creștere în volum (pînă la de 30 de ori volumul său), închizînd aer, de unde capacitatea sa termoizolantă; punerea sa în operă este similară fibro-cimentului.
- **PERLIT:** este o rocă vulcanică expandată, utilizată ca și vermiculita.
- **ARGILĂ EXPANDATĂ:** ușoară și inertă, induce solicitări nesemnificative în profilele metalice care o suportă; este foarte slab conducătoare de căldură și rezistă la temperaturi de 1200°C; se folosește la umplerea spațiului dintre profilul de oțel și un finisaj exterior din tablă, ipsos sau alt material.
- **LEMN:** deși poate părea surprinzător a proteja un material incombustibil cu unul combustibil ca lemnul, bunele calități termoizolante ale acestuia reduc creșterea sarcinii termice în elementele de oțel.
- **TENCUIELI APLICATE CU PISTOLUL:** cele folosite în prezent sunt constituite din *vermiculită, perlită, fibre minerale, etc + liant* (frecvent ciment sau ipsos).
- **VOPSELE INTUMESCENTE (TERMOSPUMANTE):** sunt produse care, sub influența căldurii, se umflă și se transformă într-o spumă cu grosime de cîteva zeci de ori mai mare ca grosimea inițială; această spumă formează izolația termică.

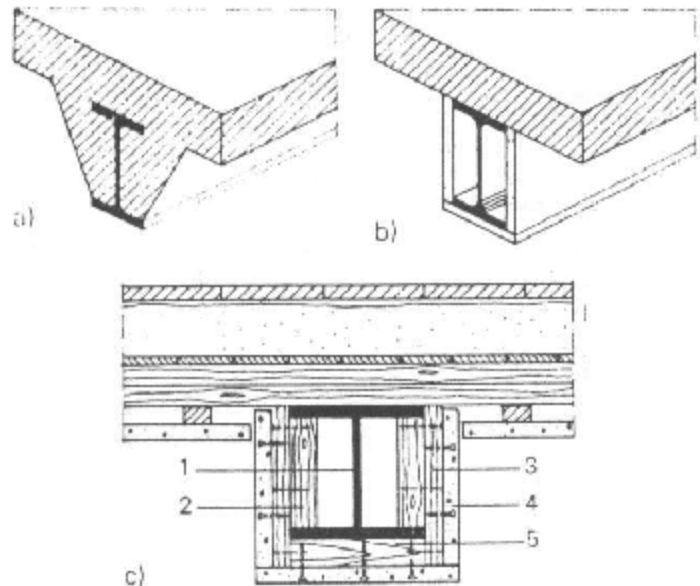
¹ Proprietate termofizică a unui material, care desemnează cantitatea de căldură necesară pentru creșterea temperaturii unității de volum cu 1 grad. (conf. GIVONI, B, *L'homme, l'architecture et le climat*. Edition du Moniteur, Paris 1978)

² Proprietate termofizică a unui material determinată de fluxul de căldură care, în unitatea de timp, traversează o unitate de grosime a unei unități de suprafață dintr-un material supus unei diferențe de temperatură egală cu unitatea. (conf. GIVONI, B, *L'homme, l'architecture et le climat*. Edition du Moniteur, Paris 1978). Materialele termoizolante au conductivitate termică mică.



Protecția la foc a stâlpilor de oțel

- a) Cu beton
- b) Cu plăci de ipsos + finisaj
- c) Cu tencuială ipsos pe rețea + finisaj
- d) Cu argilă expandată + tablă obișnuită sau inoxidabilă



Protecția la foc a grinzilor din oțel

- a) Cu beton
- b) Cu plăci de ipsos
- c) Cu plăci de ipsos + lemn, la planșeu de lemn pe grinzi metalice: 1 - grindă de oțel; 2 - traverse la fiecare 50 cm; 3 - rigle la fiecare 50 cm; 4 - plăci de ipsos de 2,5, 4 sau 6 cm (funcție de rezistența la foc cerută); 5 - riglă dublă la fiecare 50 cm

Durata de rezistență la foc (t) a stâlpilor și planșeelelor din oțel, cu diverse protecții

Stâlpi

profile H, h = 260 mm



Beton
t = 172 min



Tencuială ipsos
t = 73 min

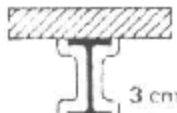


Plăci ipsos
t = 107 min

Argilă expandată +
tablă inox 3 mm
t = 247 min

Tencuială
vermiculită-ipsos
t = 116 min

Plăci vermiculită
t = 117 min



Tencuială ipsos
t = 63 min



Plăci de ipsos
t = 87 min

Tencuială
vermiculită-ipsos
t = 97 min

Plăci vermiculită
t = 84 min

Problema protecției contra incendiilor trebuie avută în vedere de la începutul proiectării, fiind, înainte de toate, o **problemă de concepție**.

Se cunoaște din experiență faptul că o structură metalică își reduce rezistența sub efectul căldurii; după ce temperatura oțelului atinge $450 - 500^{\circ}$ această rezistență devine insuficientă și există riscul prăbușirii instantanee a structurii.

Impotriva acestui pericol se poate acționa, în principiu, pe două căi, ce pot fi combinate între ele sau nu.

Cea mai simplă soluție este, evident, reducerea riscului de producere a incendiului, respectiv **eliminarea materialelor inflamabile sau care degajă fum nociv sau coroziv** (cazul materialelor plastice); astfel se reduce **sarcina termică și pericolul de fum**.

Izolarea componentelor vitale ale structurii cu o **protecție pasivă** constituită din îmbrăcarea cu un material ignifug și izolant (de tipul celor arătate anterior), ca și realizarea unui sistem de **protecție activă**, ce presupune prevederea unei instalații automate de stropire a structurii, constituie o altă categorie de măsuri de avut în vedere.

Măsurile de protecție pasivă și activă, alături de caracteristici cum ar fi sistemul de alarmă, timpul necesar pentru intervenție, compartimentările (v. riscul de propagare a incendiului), numărul de etaje și accesibilitatea, definesc **riscul potențial de incendiu efectiv** care, în ultimă instanță, determină **vulnerabilitatea clădirii** în raport cu riscul de incendiu.

În multe cazuri structura metalică poate rămâne aparentă, deci neîmbrăcată în alte materiale, pe baza determinării riscului de incendiu efectiv sau prin realizarea unei protecții active.

PROTECȚIA CONTRA COROZIUNII

Elementele din oțel trebuie protejate pentru prevenirea coroziunii, datorată în principal umidității aerului, îndeosebi atunci când aceasta depășește 60%. Funcție de agresivitatea atmosferică și durata de viață preconizată pentru construcție, această protecție va fi mai mult sau mai puțin severă.

PRINCIPII DE BAZĂ:

▪ Curățarea suprafeței

Se realizează de regulă prin sablare, cu grad diferit de acuratețe (sablare semi-îngrijită, îngrijită - cazul curent, sau 'la alb') funcție de exigențele specifice fiecărui caz în parte; simpla periere nu este în general suficientă pentru a îndepărta calamina de pe profilele laminate.

▪ Straturile de bază (grund)

Imediat după sablare se aplică în mod curent unul din următoarele produse, în 1 - 2 straturi:

- miniu de plumb (rareori folosit astăzi)
- fosfat sau silicat de zinc
- pudră de zinc (aplicată ca vopsitorie din 1 sau 2 componente)

Două straturi de bază fără tratament ulterior permit obținerea unei protecții suficiente pentru elemente constructive aflate la adăpost de umiditate și de climatul exterior.

▪ Straturile de finisare

Se aplică pentru creșterea rezistenței la coroziune (în medii cu agresivitate crescută) sau din rațiuni estetice; trebuie aplicate imediat după aplicarea grundului, acesta putându-se altera înaintea vopsirii definitive. Vopseaua de finisare trebuie să fie compatibilă cu stratul suport.

ALTE MIJLOACE DE PROTECȚIE:

- Zincarea
- Tencuielile bituminoase
- Oțelurile inoxidabile
- Oțelurile patinabile

PRODUSE DE BAZĂ DIN OȚEL

Plecînd de la semi-produse (lingouri, blum-uri, muluri, etc) industria siderurgică oferă 4 tipuri de produse de bază (semi-finite) din oțel, ce diferă funcție de procedeul de fabricație.

1. OȚELURI LAMINATE

Constituie principalele produse folosite în construcțiile metalice.

Laminarea se efectuează plecînd de la semi-produse (lingouri) reîncălzite în cuptoare electrice (laminare la cald). După o primă fază de subțiere, metalul este strivit progresiv între doi sau mai mulți cilindri de fontă sau oțel, cu sensuri contrare de rotire. Se utilizează cilindri canelați pentru profile și cilindri plați pentru table.

Marea majoritate a produselor folosite la structuri metalice sunt oțeluri laminate la cald.

O parte importantă a tablelor laminate la cald este ulterior laminată la rece pentru reducerea grosimii; se obțin table subțiri (0.3 - 3 mm).

Laminarea la rece este utilizată în principal pentru fasonarea tablelor subțiri și obținerea de profile cu pereți subțiri.

Oțelurile laminate au caracteristici **standardizate** (la nivel național - STAS; la nivel european - EURONORM)

2. OȚELURI TRASE sau TREFILATE

Prin tragere sau trefilare (la cald sau la rece) un produs laminat este adus la o secțiune mai mică și la o lungime mai mare. Procedeul este utilizat în special pentru confecționarea **barelor** de armătură și a **cablurilor** din oțel, întrucît permite ameliorarea rezistenței la întindere a oțelului.

3. OȚELURI TURNATE

Prin turnare în forme refractare se pot obține piese de forme complexe, dificil de realizat prin sudură. Procedeul nu este economic decît în măsura în care costul tiparului poate fi amortizat printr-o serie mare de piese identice. Pentru o mai mare precizie a pieselor, o mai bună calitate a suprafețelor sau pentru realizarea de filete pentru asamblare, pisele turnate pot fi *uzinate*.

4. OȚELURI FORJATE

Prin fasonare la cald cu ajutorul unor prese hidraulice de mare putere, se obțin piese pline (stâlpi, plăci de bază) de mari dimensiuni.

▪ PRODUSE UZINATE

Plecînd de la laminate de serie sau de la oțeluri turnate, este posibilă producerea unor piese prin uzinare. Pot fi astfel realizate: găuri, filete, creștături sau decupaje de mare precizie, precum și profile obținute prin formare la rece și/sau sudarea de produse plate (table). Uzinarea (ca și turnarea) este economică numai atunci cînd cantitatea de piese identice este mare.

□ PRODUSE LAMINATE

Simbol STAS: I

În Europa se folosesc profile cu următoarele simboluri:

- IPN - cu profil normal
- IPE - cu profil european
- IPER - cu aripi ranforsate; înălțimi 140 - 600 mm

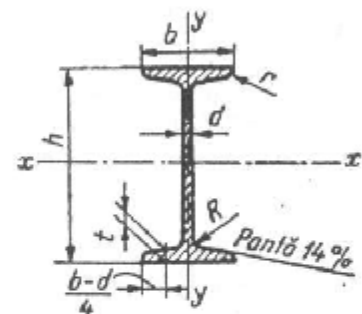
Înălțimile profilelor standardizate în România¹ (h) variază între 80 și 400 mm [înălțimile profilelor europene ajung la 600 mm]; lățimile (b) sunt cuprinse între 42 și 155 mm; grosimea 'inimii' (d) este cca 1/10 din lățimea profilului (b).

Lungimi (l): 6 - 12 m.

Exemplu de notare pe desen: I 40 ...1250 (pentru $h = 400$ mm; $l = 1250$ mm)

Utilizare: grinzi; stâlpi cu încărcări reduse.

OȚEL I



Nu există profile standardizate în România. În Europa se folosesc profile standardizate din această categorie, cu următoarele simboluri:

- HEA - cu aripi ușoare
- HEB - cu aripi normale
- HEM - cu aripi groase
- HHD - cu aripi foarte groase

Până la profile de 300 mm, înălțimea este egală cu lățimea tălpii; peste 300 mm, lățimea nu depășește 300 mm indiferent de înălțimea profilului care poate ajunge până la 1000 mm.

Utilizare: grinzi încovoiate și stâlpi comprimați; profilele HHD sunt utilizate în principal ca stâlpi.

OȚEL H



Simbol STAS: U

În Europa se folosesc profile cu următoarele simboluri:

- UPN - profile normale cu margini înclinate
- UAP - profile cu margini paralele

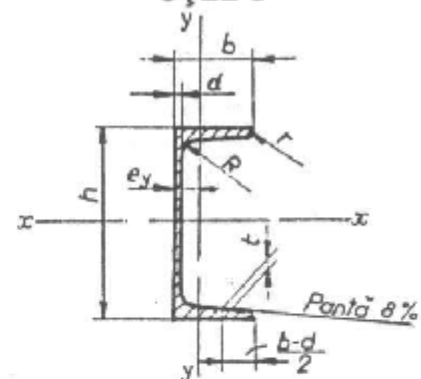
Dimensiuni curente: înălțimile profilelor standardizate în România² (h) variază între 65 și 300 mm, pentru lățimi (b) cuprinse între 42 și 100 mm; grosimea 'inimii' (d) variază între 5 și 10 mm.

Lungimi (l): 6 - 12 m.

Exemplu de notare pe desen: U 30 ...1250 (pentru $h = 300$ mm; $l = 1250$ mm)

Utilizare: grinzi de bordaj, grinzi și stâlpi dubli, diagonale de contravîntuire.

OȚEL U



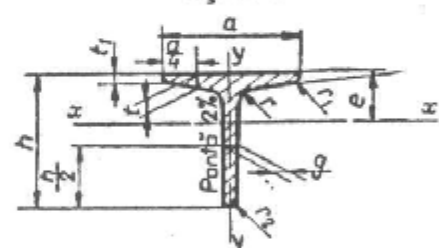
Simbol STAS: T

Dimensiuni curente: înălțimile profilelor standardizate în România³ (h) variază între 20 și 50 mm; (a) = (h); grosimea ($g = t = r$) variază între 3 și 6 mm.

Lungimi (l): 4 - 8 m.

Exemplu de notare pe desen: T2 ...1250 (pentru $h = 20$ mm; $l = 1250$ mm)

OȚEL T



¹ STAS 565 -80

² STAS 564 -80

³ STAS 566 -68

Simbol STAS: L

Pentru profilele standardizate în România⁴, lățimea aripilor (a) variază de la 20 la 160 mm; grosimile (g) variază de la 3 - 4 mm (la profilele mici), până la 14 - 16 mm (la profilele cele mai mari).

Lungimi (l): 4 - 12 m.

Exemplu de notare pe desen: L 20 x 20 x 3 ...425 (pentru a = 20 mm; g = 3 mm; l = 425 mm)

Simbol STAS: LL

Pentru profilele standardizate în România⁵, lățimile aripilor sunt 80 - 100 mm latura lungă (a) și 65 - 75 mm latura scurtă (b); grosimile (g) sunt 8 - 9 mm.

Lungimi (l): 4 - 12 m.

Exemplu de notare pe desen: LL 60 x 40 x 5 ...675 (pentru a = 60 mm; b = 40 mm; g = 5 mm; l = 675 mm)

Latura secțiunii (a) variază între 8 și 60 mm.⁶

Lungimi (l): 2 - 6 m

Exemplu de notare pe desen: □ 25 ...2000 (pentru a = 25 mm; l = 2000 mm)

Diametrul (d) variază între 10 și 150 mm.⁷

Lungimi (l): 2 - 6 m

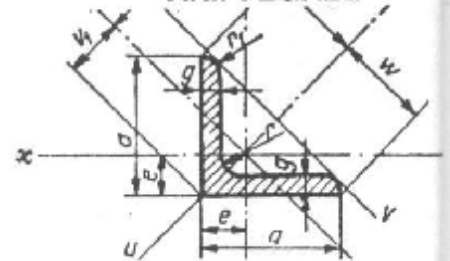
Exemplu de notare pe desen: Ø 20 ...5000 (pentru d = 20 mm; l = 5000 mm)

Diametrul exterior (D) variază între 25 și 377 mm; grosimea peretelui (t) variază între 3 și 22 mm.⁸

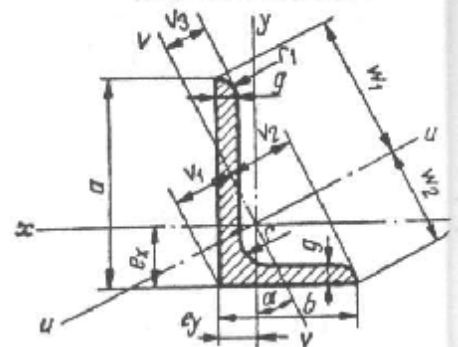
Lungimi (l): 4 - 12.5 m

Exemplu de notare pe desen: Țeavă 60 x 6 ...7520 (pentru D = 60 mm; t = 6 mm; l = 7520 mm)

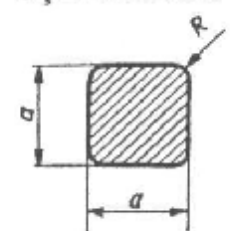
OȚEL CORNIER CU ARIPI EGALE



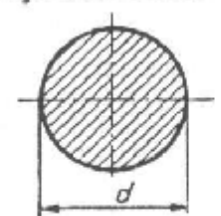
OȚEL CORNIER CU ARIPI NEEGALE



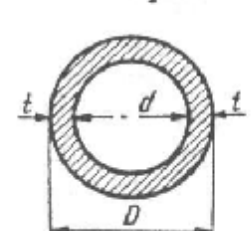
OȚEL PĂTRAT



OȚEL ROTUND



ȚEVI



⁴ STAS 424 -80

⁵ STAS 425 -80

⁶ STAS 334 -80

⁷ STAS 333 -80

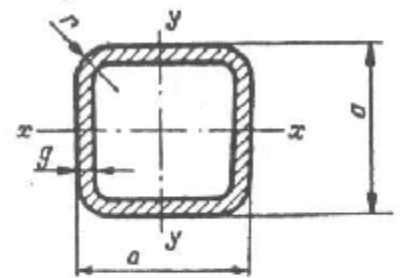
⁸ STAS 404 / 2 -80

Latura (a) variază între 20 și 42 mm; grosimea peretelui (g) variază între 1 - 1.5 mm și 2.5 mm.⁹

Lungimi (l): 3 - 7 m

Exemplu de notare pe desen: Țeavă pătrată 60 x 6 ...700 (pentru a = 60 mm; g = 6 mm; l = 700 mm)

ȚEVI PĂTRATE

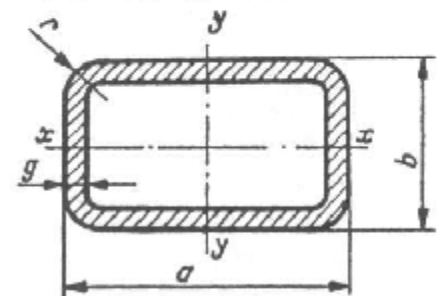


Latura mare (a) are 30, 40, 50 mm sau 106 mm; latura mică (b) are 18, 20, 25, 30, 40 mm sau 60 mm; grosimea peretelui (g) variază între 2 și 3.5 mm, pînă la 6-9 mm în cazul țevelor de 106x60. Țevile pînă la 50x40 se execută prin tragere la rece. Țevile 106x60 se execută prin laminare la cald.¹⁰

Lungimi (l): 3 - 7 m

Exemplu de notare pe desen: Țeavă dreptunghiulară 50 x 40 x 3.5 ...700 (pentru a = 50 mm; b = 40 mm; g = 3.5 mm; l = 700 mm)

ȚEVI DREPTUNGIULARE

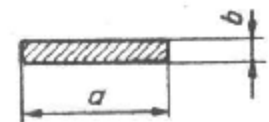


a = 20 - 370 mm; b = 2 - 5 mm¹¹

Livrare sub formă de rulouri de 18 - 100 kg.

Exemplu de notare pe desen: 50 x 3 ...120 (pentru a = 50 mm; b = 3 mm; l = 120 mm)

BANDĂ DE OȚEL

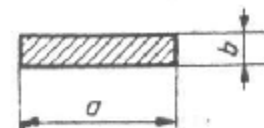


a = 20 - 150 mm; b = 5 - 50 mm¹²

Lungimi (l): 3 - 12 m

Exemplu de notare pe desen: 80 x 16 ...120 (pentru a = 80 mm; b = 16 mm; l = 120 mm)

OȚEL LAT

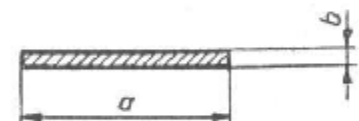


Se realizează (la noi) prin tăiere din tablă

a = 160 - 600 mm; b = 6 - 40 mm

Exemplu de notare pe desen: 160 x 10 ...175 (pentru a = 160 mm; b = 10 mm; l = 175 mm)

PLATBANDĂ



Grosimi: 3 - 150 mm; lățimi: 1 - 4 m¹³.

Lungimi (l): 4 - 12 m

Exemplu de notare pe desen: 15 x 1430 ...560 (pentru grosime = 15 mm; lățime = 1430 mm; lungime = 560 mm)

TABLĂ GROASĂ

⁹ STAS 6086 -70

¹⁰ STAS 6086 -70

¹¹ STAS 908 -80

¹² STAS 395 -80

¹³ STAS 437 -80

Simbol STAS: TS

Grosimi (a): 4 - 10 mm; lățimi: 700 - 1500 mm¹⁴

Lungimi (l): 4 - 12 m

Exemplu de notare pe desen: TS 7 x 500 x 4000 (pentru grosime = 7 mm; lățime = 500 mm; lungime = 4000 mm)

Grosimi (t): 0.75 - 1.5 mm; înălțimea undulelor (a): 20 - 40 mm; lățime totală (c): cca 800 - 850 mm¹⁵

Lungimi (l): 2 m

Exemplu de notare pe desen: TO 100 x 3 x 1.0 ... 2000 (pentru b = 100 mm; a = 3 mm; d = 1.0 mm; l = 2000 mm)

- TIP 35/187.5 [unde 35 = a; 187.5 = b]

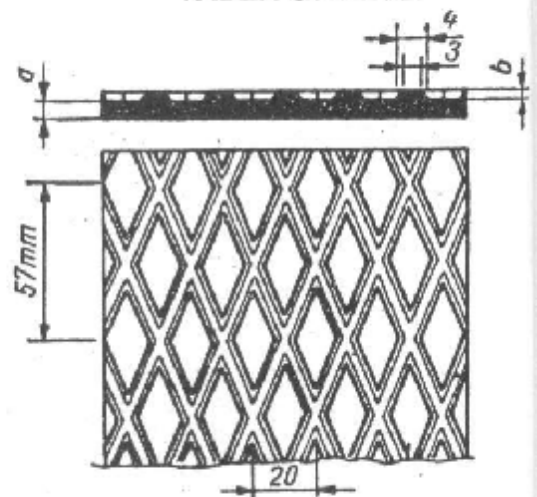
- TIP 60/200

- TIP 60/125

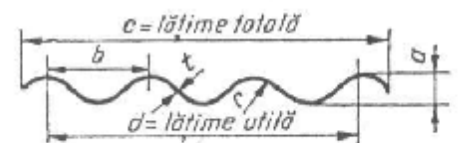
Grosimea tablei (t): 0.75 - 1.50 mm. Lățimi (B): 750; 600; 500 mm. Lungimi (l): până la 6 m; la comandă.

Exemplu de notare pe desen: TC 35/187.5/1.0/750 - 2500 (pentru a = 35 mm; b = 187.5 mm; t = 1.0 mm; B = 750 mm; l = 2500 mm)

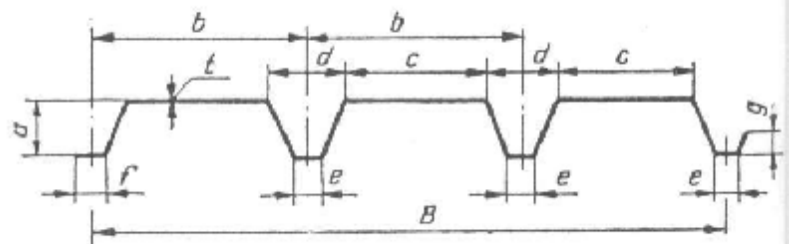
TABLĂ STRIATĂ



TABLĂ ONDULATĂ



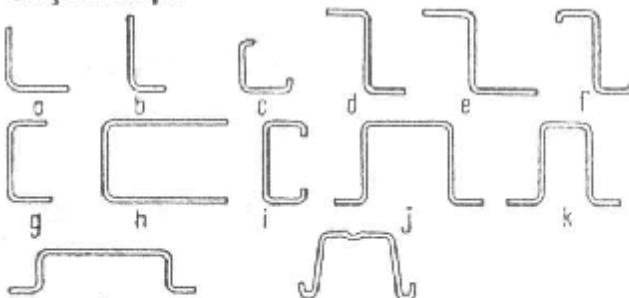
PROFILE DIN TABLĂ CUTATĂ



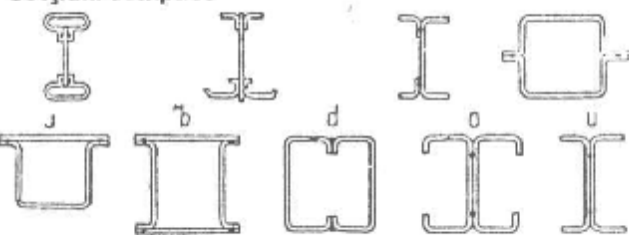
□ PRODUSE DIN TABLĂ SUBȚIRE FORMATE LA RECE

BARE CU PEREȚI SUBȚIRI

Secțiuni simple

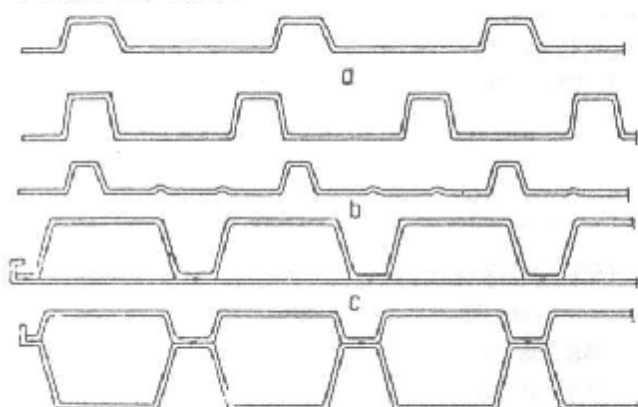


Secțiuni compuse



Forma profilelor poate fi realizată prin laminare la rece sau prin presare la rece. O caracteristică a profilelor formate la rece este grosimea constantă a pereților. La profilele produse prin laminare la rece grosimea este în general 0.4 - 8.0 mm; la cele produse prin presare la rece grosimea poate să ajungă până la 20 mm.

PLĂCI PROFILATE



¹⁴ STAS 3480 - 80

¹⁵ STAS 2029 - 68

PROCEDEE DE ASAMBLARE

Construcțiile metalice sunt realizate din elemente prefabricate (ferme, stâlpi, grinzi, contravînturi, etc) asamblate între ele; acestea sunt, la rîndul lor, confecționate prin asamblarea produselor laminate (profile, table, etc).

În construcțiile metalice se folosesc două mari categorii de asamblări:

- mecanice: cu 'tije' (nituri, buloane)
- coezive: prin sudare sau prin încliere

Funcție de scopul urmărit, se disting următoarele tipuri de îmbinări:

- prinderi în atelier (fixarea unor piese de alte piese, de ex. prinderea unei console de stîlp)
- înnădiri (la confecționarea unor elemente a căror lungime depășește lungimile de livrare a laminatelor)
- solidarizări (la elemente realizate din mai multe profile laminate, de ex. îmbinarea talpă - inimă la o grindă I din platbande)

La elementele cu lungimi relativ mici (sub 20 m), îmbinările se pot executa **în atelier**. Elementele cu lungimi mari, care nu pot fi manipulate și transportate la gabaritul final, se execută în atelier pe tronsoane; acestea sunt ulterior asamblate între ele **pe șantier**.

Principalele procedee de asamblare au următoarele domenii preferențiale de utilizare:

- Îmbinările cu **nituri** sunt recomandate pentru:
 - prinderi de atelier
 - înnădiri
 - solidarizări

(în prezent de regulă înlocuite cu suduri)

- Îmbinări cu **suduri**
 - solidarizări
 - prinderi și înnădiri de atelier
 - prinderi și înnădiri de șantier
- Îmbinări cu **buloane**
 - prinderi de șantier
 - înnădiri de șantier
 - îmbinări demontabile

□ BULOANELE

Sunt fabricate din tije de oțel rotund și cuprind un cap (hexagonal), un corp (parțial filetat) și o piuliță mobilă (tot hexagonală). Bulonarea permite montarea fără probleme a unor elemente în prealabil tratate anticoroziv; constituie procedeul cel mai judicios a fi utilizat pentru asamblările realizate în șantier.

Există două tipuri de buloane, funcție de calitatea oțelului:

- **buloane (șuruburi) obișnuite:** asigură transmiterea eforturilor de la o piesă la alta a îmbinării prin întinderea tije sau prin contactul dintre tija șurubului și peretele găurii;
- **buloane (șuruburi) de înaltă rezistență pretensionate (IP):** asigură transmiterea eforturilor de la o piesă la alta a îmbinării prin frecarea care apare între piese datorită strîngerii excesive a piuliței (cu chei dinamometrice sau cu aparate pneumatice)

□ NITURILE

Au fost mult timp singurul procedeu de asamblare în construcțiile metalice; în prezent utilizarea lor este foarte redusă, datorită timpului lung și mijloacelor de punere în operă complicate. Nitul 'clasic' este alcătuit dintr-o tijă cilindrică din oțel moale, avînd un cap în formă de calotă sferică (cap de așezare). Încălzit în prealabil la cca 1000° C, nitul este introdus în găurile prevăzute în piesele de asamblat și presat cu ajutorul unei prese hidraulice sau al unui ciocan pneumatic. Prin această operație materialul plastic umple gaura, formînd totodată cel de-al doilea cap; capul existent este presat cu o piesă numită 'contrabuterolă', în timp ce noul cap se formează cu ajutorul unei piese similare, numită 'buterolă'. Prin răcire, nitul se contractă și strînge pachetul de piese.

În afara niturilor cu cap semirotund, la îmbinarea laminatelor din oțel se mai folosesc nituri cu cap înecat sau semiîneecat, nituri cu cap tronconic, nituri cu cap înalt, etc

La îmbinarea profilelor din *table subțiri* se folosesc:

- nituri obișnuite (cu cap semirotund, plat, tronconic, semiîneecat), fasonate la rece
- nituri speciale: nituri tubulare, nituri filetate, nituri-piuliță, nituri fasonate cu exploziv.

□ NITURILE AMERICANE

Importate din SUA în Europa către 1970, sunt fabricate din oțel și au aceleași caracteristici ca și buloanele de înaltă rezistență. După ce a fost așezat în gaura care traversează piesele de îmbinat, nitul este fixat cu ajutorul unui pistol hidraulic. Față de nituirea tradițională, operațiunea se efectuează **la rece** și necesită accesul ciocanului pneumatic doar dintr-o parte.

□ SUDURA

Sudarea se realizează prin topirea locală a oțelului, cu sau fără aport de metal, în așa fel încît să fie reconstituită **continuitatea materialului**, importantă pentru transmiterea eforturilor. Această 'continuitate reconstituită' este vizibilă pe suprafața structurilor aparente. Sudurile efectuate pe șantier trebuie protejate contra coroziunii.

Tratamentul termic suferit de material provoacă deformări, contracții interne și modificări ale structurii cristaline a oțelului, deci modificări ale proprietăților sale mecanice.

Nu toate oțelurile sunt sudabile; sudabilitatea depinde de compoziția chimică a aliajului: cu cît oțelul conține mai mult carbon, cu atît sudarea devine mai delicată.

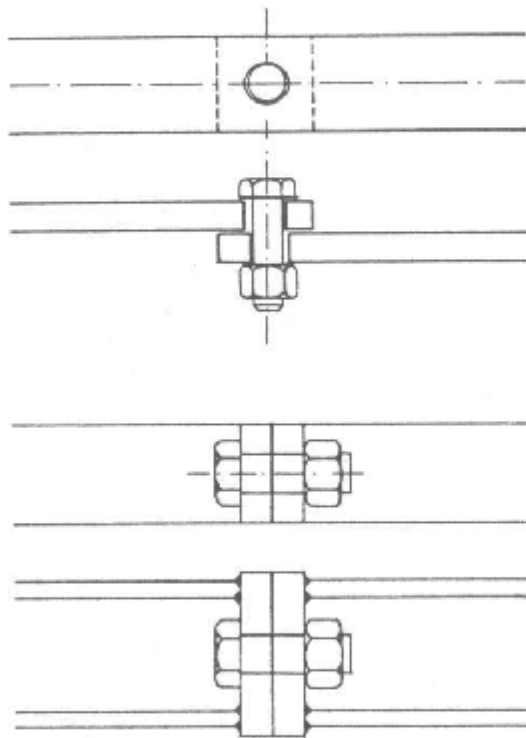
Procedeul curent folosit în construcțiile metalice este 'sudura cu arc' ce utilizează căldura produsă de un arc electric pentru a aduce oțelul la temperatura sa de topire. Metalul suplimentar, care se prezintă sub forma unei baghete (electrod), se topește sub efectul căldurii și umple golul dintre piesele de sudat. Îmbinările sudate se execută cu cusături în capete (în adîncime) sau de colț (în relief).

Permițînd asocierea pieselor fără discontinuități, sudura reprezintă un mod ideal de asamblare; obținerea unor rezultate bune depinde însă esențial de asigurarea unor condiții de execuție foarte precise. Controlul calității sudurilor se poate face prin mai multe procedee nedistructive, cu grad diferit de precizie (control vizual, cu spray-uri, cu ultrasunete, cu raze x sau gama).

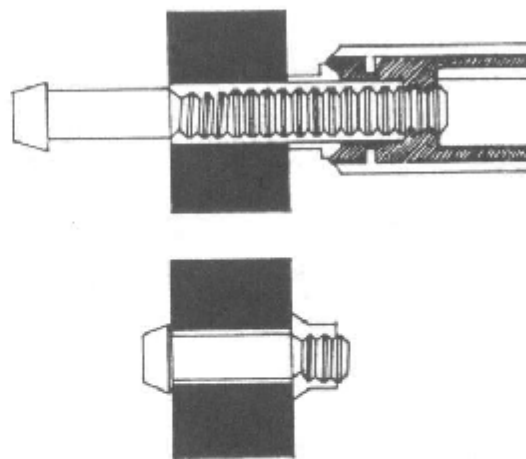
Din punct de vedere economic, este preferabil a se evita - pe cît posibil - realizarea de suduri în șantier; sudurile se vor concentra astfel la un număr limitat de piese realizate în atelier.

□ ADEZIVI

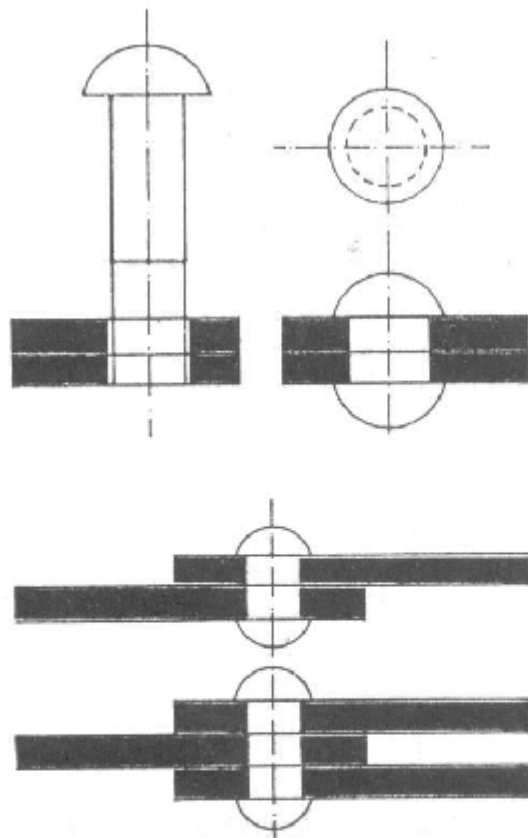
Încleierea constituie un mod de asamblare recent, în plină dezvoltare; teoretic este un mod de asamblare ideal, care nu necesită lucrări ample de pregătire a pieselor și nu produce deformări în cursul executării. Există numeroase tipuri de adezivi, în general din două componente. Încleierea este încă puțin folosită în construcțiile metalice, lipsind verificarea practică în timp.



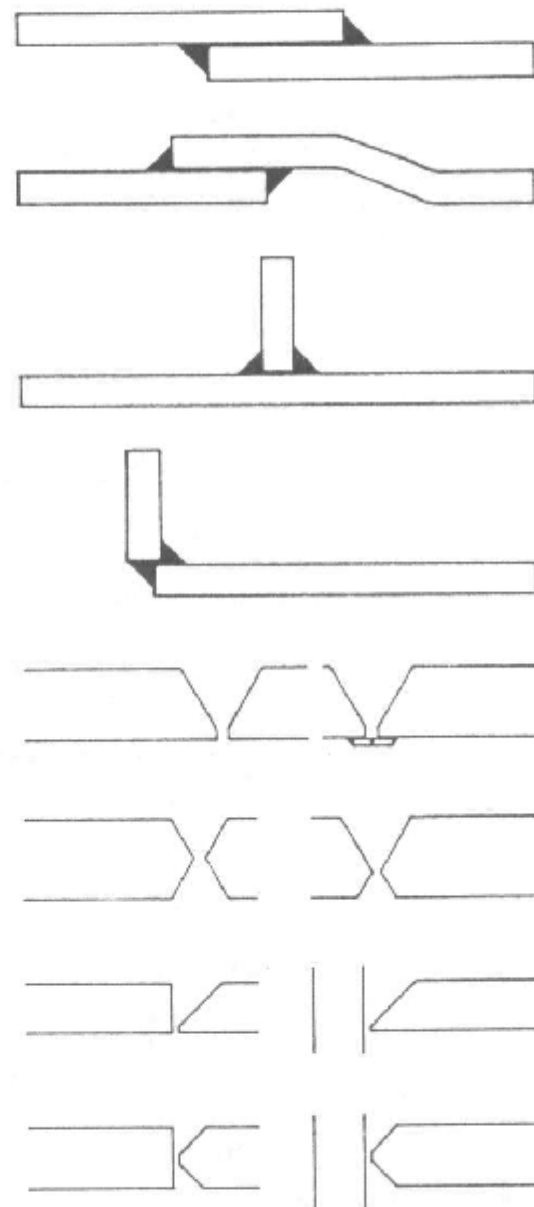
BULOANE



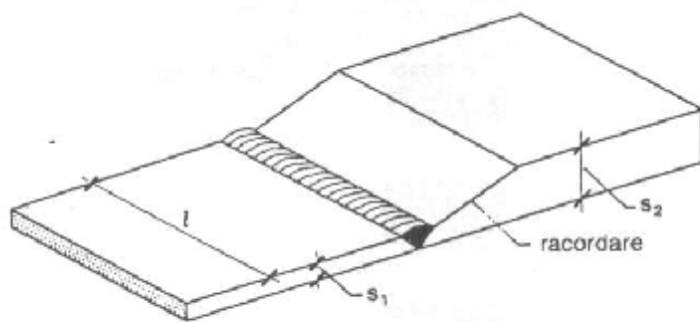
NITURI AMERICANE



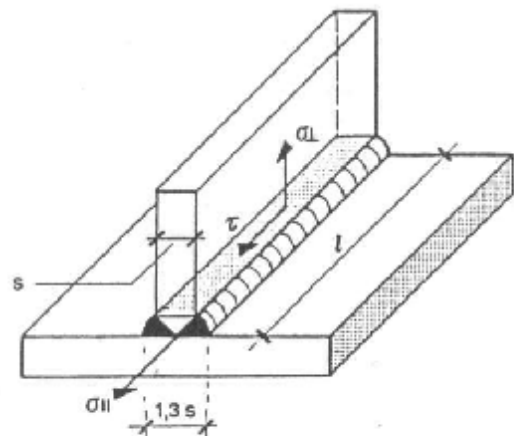
NITURI



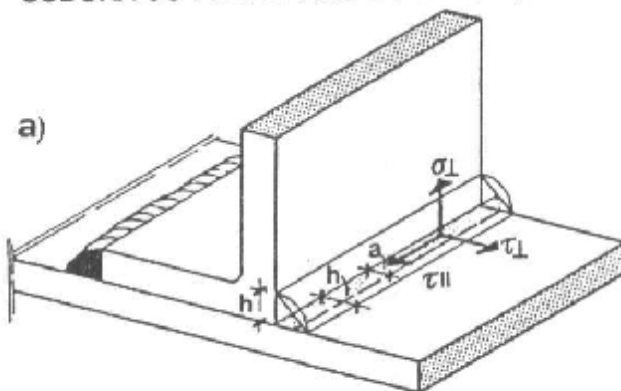
SUDURI



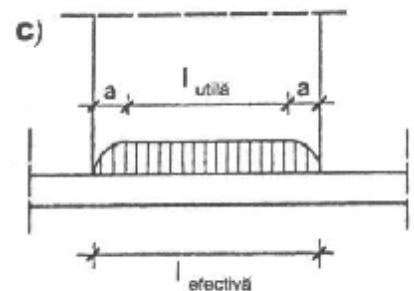
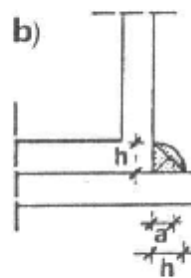
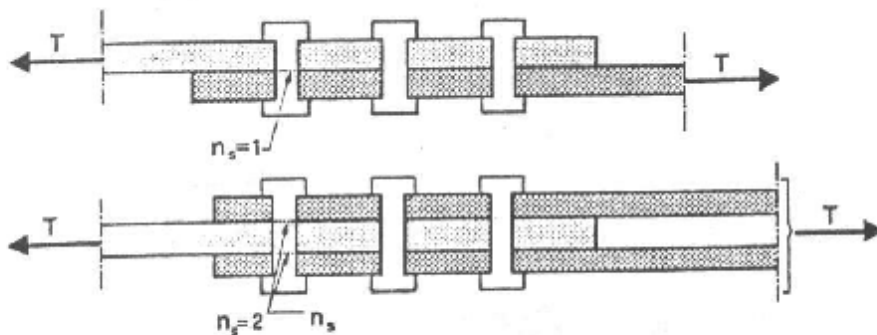
SUDURĂ CU PENETRARE COMPLETĂ, CAP LA CAP.



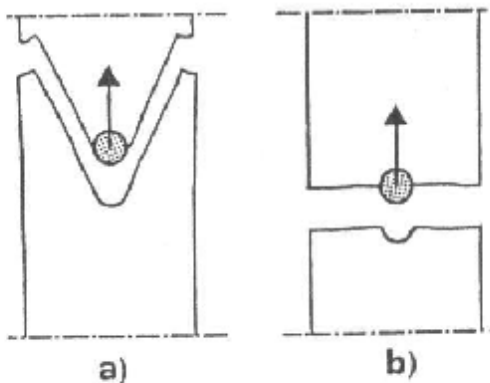
SUDURĂ CU PENETRARE COMPLETĂ, ÎN K.



SUDURĂ CU CORDON DE COLȚ

Se consideră eficiente numai cordonale cu $l_{utilă} \geq 8a$ 

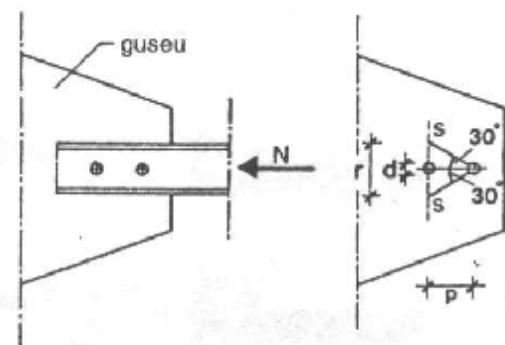
IMBINĂRI BULONATE

 $n_s = \text{nr. sec\c{t}. rezistente ale unui bulon}$ 

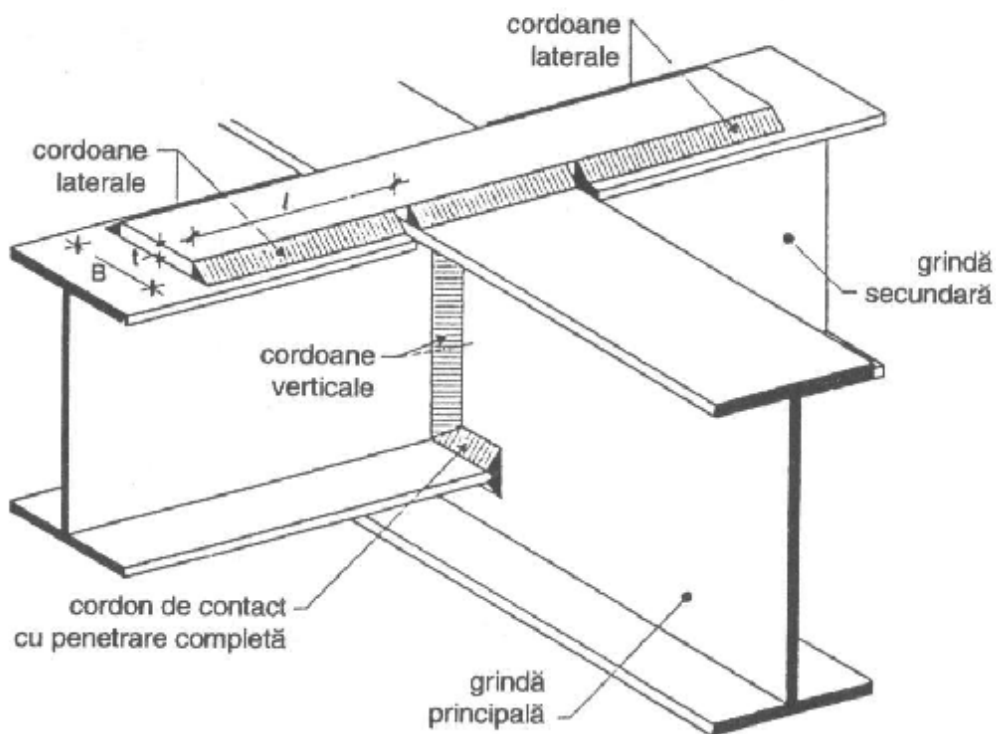
a)

b)

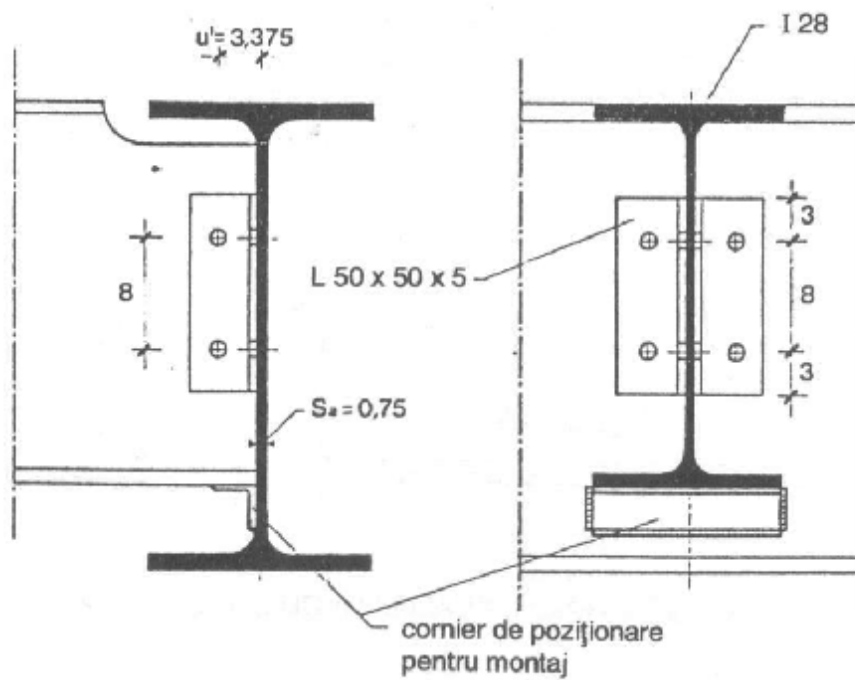
Două posibile mecanisme de rupere a pieselor îmbinate cu buloane: prin forfecare (a) și prin întindere (b). Ruperea prin forfecare se previne prin respectarea condițiilor privind distanțele față de margine și între buloane.



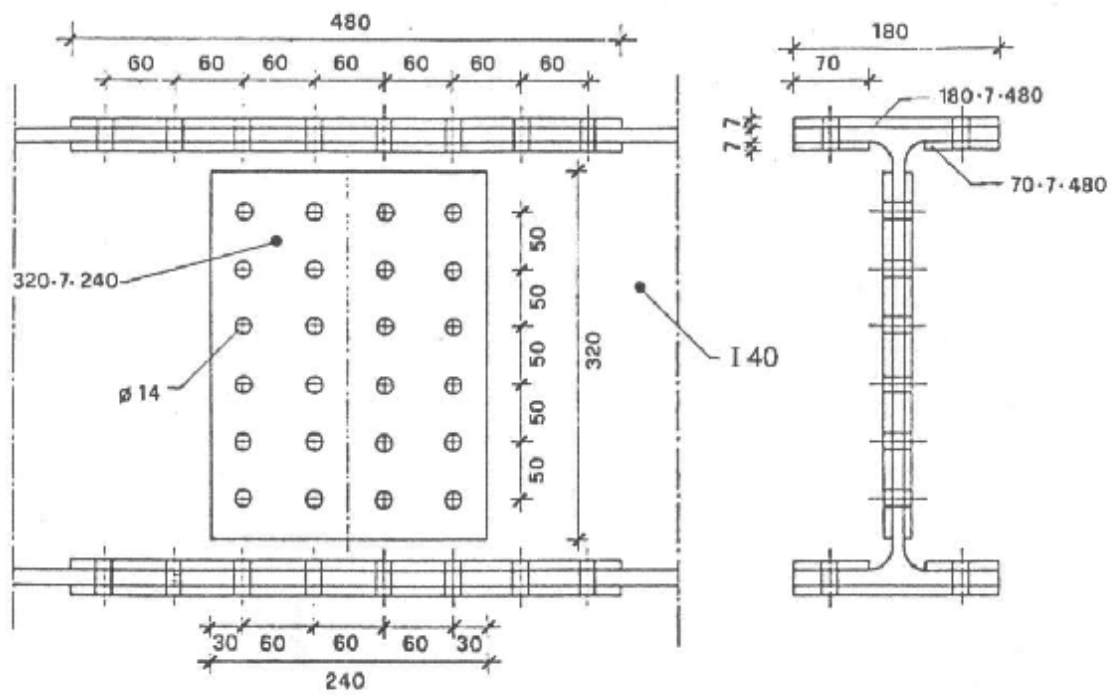
Guseul de legătură al unei structuri zăbreuite se execută admitînd că tensiunile induse de buloane se distribuie sub un unghi de 30° de o parte și de alta față de direcția solicitării.



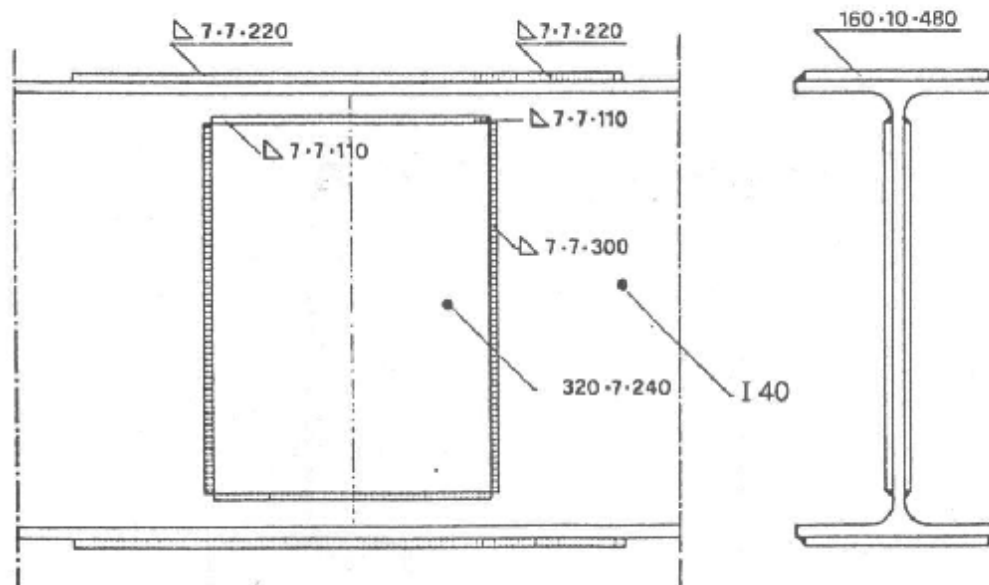
NOD INTRE DOUĂ GRINZI I REALIZAT CU SUDURI.



NOD INTRE DOUĂ GRINZI I REALIZAT CU BULOANE.



IMBINARE DE INNĂDIRE INTRE 2 GRINZI I, REALIZATĂ CU BULOANE



IMBINARE DE INNĂDIRE INTRE 2 GRINZI I, REALIZATĂ CU SUDURI

CITEVA REGULI GENERALE ...

Prin caracteristicile sale, oțelul oferă o mare libertate de conformare a elementelor structurale (stâlpi, grinzi) și permite realizarea de structuri deosebit de svelte, cu gabarite reduse și cu punere în operă rapidă, prin metode de montaj 'uscat'. Ca atare, domeniul specific de utilizare a oțelului este în general caracterizat de cerințe deosebite în ceea ce privește solicitările, greutatea redusă, montajul rapid și/sau posibilitatea demontării: construcții înalte, structuri de acoperire a unor deschideri mari, supraetajări ușoare, restaurări discrete și reversibile, construcții provizorii.

O construcție metalică rezultă din asocierea de profile și table standardizate, ca 'bucăți' ale unei 'cutii' montate. Ca atare, a construi din oțel presupune a stăpîni **procedeele de îmbinare**, ce influențează în mod considerabil costul construcției. Iată deci unul din motivele pentru care, din toate timpurile, sectorul construcțiilor metalice a acordat o atenție deosebită tehnicilor de asamblare.

În raport cu multitudinea formelor de utilizare pe care le permite oțelul, este practic imposibilă realizarea unui 'repertoriu' exhaustiv de soluții constructive eficiente; este însă nu numai posibil, ci și important a avea în vedere o serie de reguli generale ce permit **realizarea structurilor din oțel în condiții economice**.

Experiența arată că autorii proiectului sunt cei care contribuie esențial la realizarea în condiții economice a unei construcții metalice; concepția structurii portante și rezolvările de detaliu pot conduce la realizarea a cca 2/3 din economiile posibile. Metodele de preuzinare și modul de montaj în șantier oricît de rațional, nu pot reduce semnificativ costul unei construcții concepute de o manieră oneroasă. Faptul că pot fi realizate economii importante datorită unor **detalii constructive bine studiate**, constituie o caracteristică a construcțiilor metalice.

La proiectarea unei construcții cu structura din oțel este necesar a ține cont nu numai de dimensiunile pe care trebuie să le aibă elementele portante, ci și de felul în care sunt realizate 'nodurile', respectiv felul în care elementele structurale se îmbină între ele. Alegerea tipului de structură și a schemei statice asociate este strîns legată de modul de îmbinare între elementele structurale; pe de altă parte, dimensiunile diferitelor elemente structurale pot fi influențate de caracteristicile 'nodurilor', respectiv ale îmbinărilor. În plus, o alegere judicioasă a profilelor și a asamblărilor contribuie semnificativ la scăderea costului structurii.

Arhitectul și inginerul stabilesc în comun concepția construcției și sistemul portant: condițiile de utilizare și eventuale modificări în timp ale construcției, dispunerea stîlpilor și grinzilor în raport cu închiderile și compartimentările, alegerea unei trame economice și stabilirea înălțimii planșeului, alegerea profilelor și dimensionarea lor. Există totodată o multitudine de posibilități de ameliorare a proiectului prin contribuții ale diversilor parteneri implicați în realizarea construcției (arhitect, inginer de structuri, inginer de instalații, tehnolog, atelier de construcții metalice, constructor executant), în raport cu misiunile specifice fiecăruia și printr-o **cooperare interdisciplinară** permanentă, în care este esențial ca fiecare din specialiștii implicați să posede cel puțin noțiuni elementare proprii celorlalte domenii. O colaborare eficientă între parteneri este o condiție esențială nu numai în ceea ce privește costurile, dar și pentru asigurarea calității imaginii obiectului arhitectural, îndeosebi în cazul structurilor aparente.

Sintetizînd, se poate spune că, în ceea ce privește proiectarea unei construcții cu schelet din oțel, este necesar a avea în vedere - în mod corelat - următoarele aspecte:

- forma rațională a elementelor structurale în raport cu diversele situații de utilizare;
- caracteristicile 'nodurilor', respectiv modalitățile de asociere a elementelor structurale;
- tipul de structură și schema statică asociată;
- verificarea prin calcul a rezistenței și stabilității structurii (exclusiv în sarcina inginerului);
- alcătuirea închiderilor și compartimentărilor, ca și relația lor cu structura portantă.

ELEMENTE STRUCTURALE

Unul dintre avantajele oțelului ca material de realizare a structurilor portante este marea libertate pe care o permite în conformarea elementelor structurale, fie ele profile laminate utilizate ca atare sau alcătuituri compuse, și, pe această bază, posibilitatea de a alege **forme raționale** în raport cu solicitările la care sunt supuse elementele structurale.

Alegerea rațională a formelor se bazează pe câteva noțiuni fundamentale de statică și rezistența materialelor.

STATICA

Orice element structural trebuie să se afle în stare de **echilibru** sub acțiunea forțelor exterioare (încărcări utile, greutate proprie, vînt, etc) și a legăturilor care îl mențin în poziție (reazeme, încastrări).

SOLICITĂRI ȘI REZISTENȚĂ

Transmiterea încărcărilor implică 'mobilizarea' forțelor interne, numite solicitări. Limitele lor (rezistența ultimă) sunt determinate de **materialele și secțiunile** utilizate; funcție de solicitarea specifică fiecărui element structural (grindă, stîlp, tirant, etc) vom avea: rezistență la încovoiere, rezistență la compresiune, rezistență la întindere.

În toate aceste cazuri, există o anumită **deformație** a elementului structural; această deformație este în general reversibilă (se anulează cînd dispare încărcarea). Materialul își manifestă astfel **ELASTICITATEA ȘI RIGIDITATEA** la deformare, prin două caracteristici: **modulul de elasticitate al materialului și caracteristicile secțiunii solicitate**, respectiv aria (A) și momentul de inerție (I).

Alte solicitări care pot apărea: forfecarea (ex. bulonul rezistă prin forfecare la efortul exercitat asupra pieselor metalice îmbinate); torsiunea (ex. grinzi curbe sau încărcări excentrice)

Toate aceste moduri de a 'rezista' se pot combina pentru a echilibra forțele exterioare (spre exemplu, într-o grindă încovoiată o parte a încărcărilor este preluată prin rezistență la forfecare).

ÎNCĂRCĂRILE

Pot fi grupate în mai multe categorii:

- **Încărcări statice:** greutate proprie, încărcări utile uniform repartizate sau concentrate, presiunea pămîntului sau a apei.
- **Încărcări dinamice:** vînt, trepidații ale unor utilaje, vibrații din trafic auto.
- **Încărcări ocazionale:** variații de temperatură, atacuri chimice, contracția betonului
- **Încărcări speciale:** cutremur, impact, incendiu.

CARACTERISTICILE MATERIALULUI

Se poate demonstra experimental că pentru majoritatea materialelor, și în particular pentru oțel, deformația este proporțională cu încărcarea atîta timp cît nu este depășită o încărcare limită ce definește astfel **LIMITA ELASTICĂ**. Limita elastică a oțelului se numește și **limită de curgere**, întrucît dincolo de această limită se mențin deformații permanente chiar și după dispariția încărcării; dincolo de acest punct metalul se comportă deci ca un material *plastic*.

Este evident că în structura unei clădiri nu se admite încărcarea elementelor pînă la limita elastică; este necesară păstrarea unei anumite marje de SIGURANȚĂ.

Principiile de bază pentru **dimensionarea** unei structuri portante sunt:

- REZISTENȚA LA SOLICITĂRI
- STABILITATEA LOCALĂ ȘI DE ANSAMBLU A STRUCTURII
- LIMITAREA DEFORMAȚIILOR

Aceste trei aspecte condiționează posibilitatea de utilizare a unei structuri; dacă una din cele trei condiții nu este respectată, construcția rezultă inutilizabilă.

➤ REZISTENȚA ȘI STABILITATEA STRUCTURII

Verificarea rezistenței și stabilității (sau verificarea siguranței structurale) presupune a demonstra că solicitările rezultate din încărcări, multiplicare cu un coeficient de siguranță, nu depășesc rezistența ultimă a structurii și a elementelor sale.

Problema stabilității se referă la stabilitatea generală a structurii, la prevenirea flambajului și a răsucirii elementelor comprimate și respectiv încovoiate, ca și la 'voalarea' (ieșirea din planul propriu) a unor părți de secțiune. Exemplul cel mai frecvent întâlnit îl constituie barele comprimate. (Problema stabilității de ansamblu este tratată într-un capitol separat)

• Stabilitatea barelor comprimate. Flambajul.

În cazul elementelor de structură solicitate la compresiune, deformațiile nu joacă în general un rol determinant; în schimb poate apare un alt fenomen: FLAMBAJUL, ca formă de instabilitate proprie elementelor comprimate zvelte. Această zveltețe depinde de lungimea liberă a elementului (lungimea de flambaj) și de 'împrăștierea' materialului în secțiune. Astfel, cu cît elementul este mai zvelt (lungime de flambaj mare și/sau material concentrat în centrul secțiunii), cu atît încărcarea la care elementul comprimat își pierde stabilitatea va fi mai mică.

Profilul ideal (cel mai economic) rezultă a fi țeava rotundă, profilul care asigură stabilitatea la flambaj cu cel mai mic consum de material, 'împrăștiat' radial în toate direcțiile. (v. fig - bare comprimate: clasament al diverselor secțiuni posibile, în ordinea eficienței economice)

➤ LIMITAREA DEFORMAȚIILOR

Verificarea 'aptitudinii de serviciu' presupune a demonstra că deformațiilor corespunzătoare încărcărilor reale din exploatare nu vor depăși valori acceptabile pentru utilizarea clădirii. Este cazul general al elementelor încovoiate. Restricția privind deformațiile trebuie avută în vedere cu atenție specială atunci cînd elemente fragile dar rigide (ex. pereți din cărămidă) reazemă pe elemente încovoiate (grinzi, plăci).

• Deformarea barelor încovoiate. Săgeata.

Pentru un anumit material - în cazul de față oțelul - solicitat la încovoiere, cu un anumit modul de elasticitate, singurul factor care influențează deformația este forma secțiunii, respectiv 'împrăștierea' materialului pe direcția de încovoiere ('săgeata' unei grinzi va fi cu atît mai mică cu cît materialul este mai 'împrăștiat' pe verticală). Pentru aceeași greutate (același consum de material), profilul de grindă cel mai rigid este cel la care materialul este plasat cel mai departe de centrul de greutate al secțiunii. În condiții de rigidități egale, cel mai economic profil de grindă (cu cel mai mic consum de material) este cel dezvoltat pe înălțime. (v. fig - bare încovoiate: comparație între diverse profile de grinzi)

BARE COMPRIMATE

CLASAMENT ÎN ORDINEA EFICIENȚEI

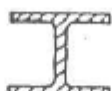
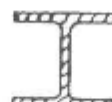
(pentru lungime de flambaj = 3.50 m; încărcare 600 kN = 60 t; OL 37)

267 × 6.3	180 × 180 × 8	HEA 220	HEB 180	HEM 140	Ø 120	□ 100
						
40,6 kg/m	43 kg/m	50,5 kg/m	51,2 kg/m	63,2 kg/m	89 kg/m	79 kg/m

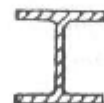
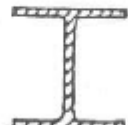
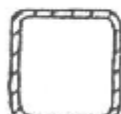
aceeași stabilitate la flambaj / consum diferit de material

BARE ÎNCOVOIATE

PROFILE CU ACEEAȘI RIGIDITATE / CONSUM DIFERIT DE MATERIAL

Ø 160 mm	□ 140 × 140	HEM 140	HEB 180	HEA 200	IPE 270	180 × 180 × 10
						
158 kg/m	154 kg/m	63 kg/m	51 kg/m	42 kg/m	36 kg/m	53 kg/m

PROFILE CU ACELAȘI CONSUM DE MATERIAL / RIGIDITĂȚI DIFERITE

Ø 100 mm	□ 90 × 90	HEM 140	HEB 200	HEA 260	IPE 400	250 × 250 × 6,3
						
1 x	1,1 x	6,7 x	11,6 x	21,4 x	47,0 x	12,3 x

Consecință practică: în condiții economice, elementele încovoiate trebuie să fie cât mai înalte (cca 1/15 - 1/20 din deschidere).

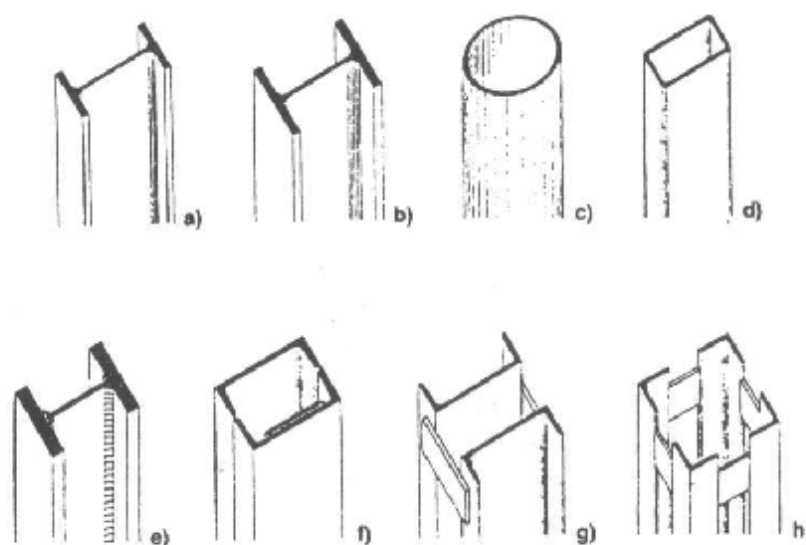
STILPII: VARIANTE DE ALCĂȚUIRE

Stâlpii sunt caracterizați în principal de solicitarea la compresiune; ei sunt proiectați și verificați acordând atenție riscului de flambaj. Ca atare este oportună alegerea unor secțiuni transversale care, pentru aceeași cantitate (arie) de material, să îl distribuie cât mai departe de centrul geometric al secțiunii.

Stâlpii pot fi obținuți dintr-un unic profil laminat I (a) sau H (b - acolo unde există astfel de laminate), din țeavă cu secțiune circulară (c) sau rectangulară (d), sau din asocierea mai multor profile și/sau table pentru a forma secțiuni compuse (e, f, g, h).

Utilizarea stâlpilor cu secțiuni compuse se poate dovedi judicioasă în legătură cu exigențe privind trasee verticale de instalații.

Alegerea tipului de stâlp are la bază considerente de ordin static (arie necesară în raport cu încărcările, stabilitate la flambaj), precum și exigențe legate de execuție, respectiv facilitatea realizării îmbinării cu grinzile și contravîntuirile.



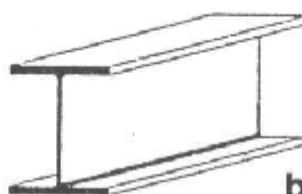
GRINZILE: VARIANTE DE ALCĂȚUIRE

□ GRINZI CU INIMA PLINĂ

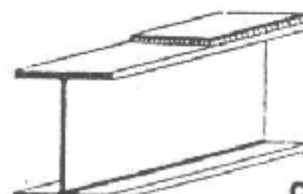
Grinzile sunt caracterizate de solicitarea compusă din încovoiere + forfecare; forma cea mai rațională a secțiunii este cea în I. Se folosesc profile laminate I (a) sau H (b - acolo unde există astfel de laminate), eventual ranforsate cu platbande sudate (c). Din profile I pot fi obținute grinzi cu înălțime majorată prin decuparea și sudarea decalată a inimii (d - grinzi 'expandate'). Pentru grinzi de bordaj sau de planșeu se folosesc și profile U, câte unul (e) sau câte două cuplate (f), eventual ranforsate cu platbande (g). Atunci când nu se găsește un profil adecvat, se poate recurge la secțiuni compuse din laminate sudate (h, i, j) care, în cazul unei înălțimi mari, trebuie să aibă inima rigidizată cu nervuri ce împiedică 'voalarea'.



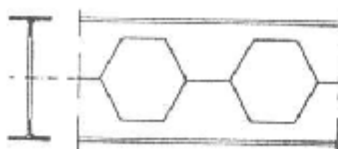
a



b



c



d



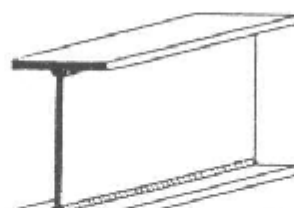
e



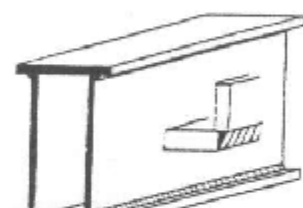
f



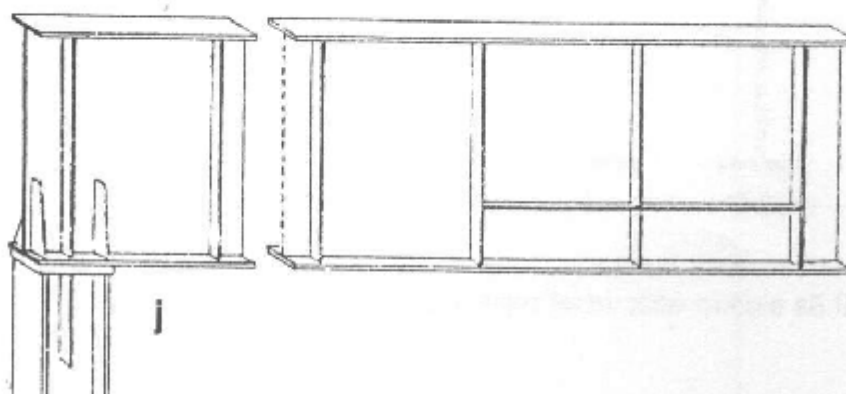
g



h



i



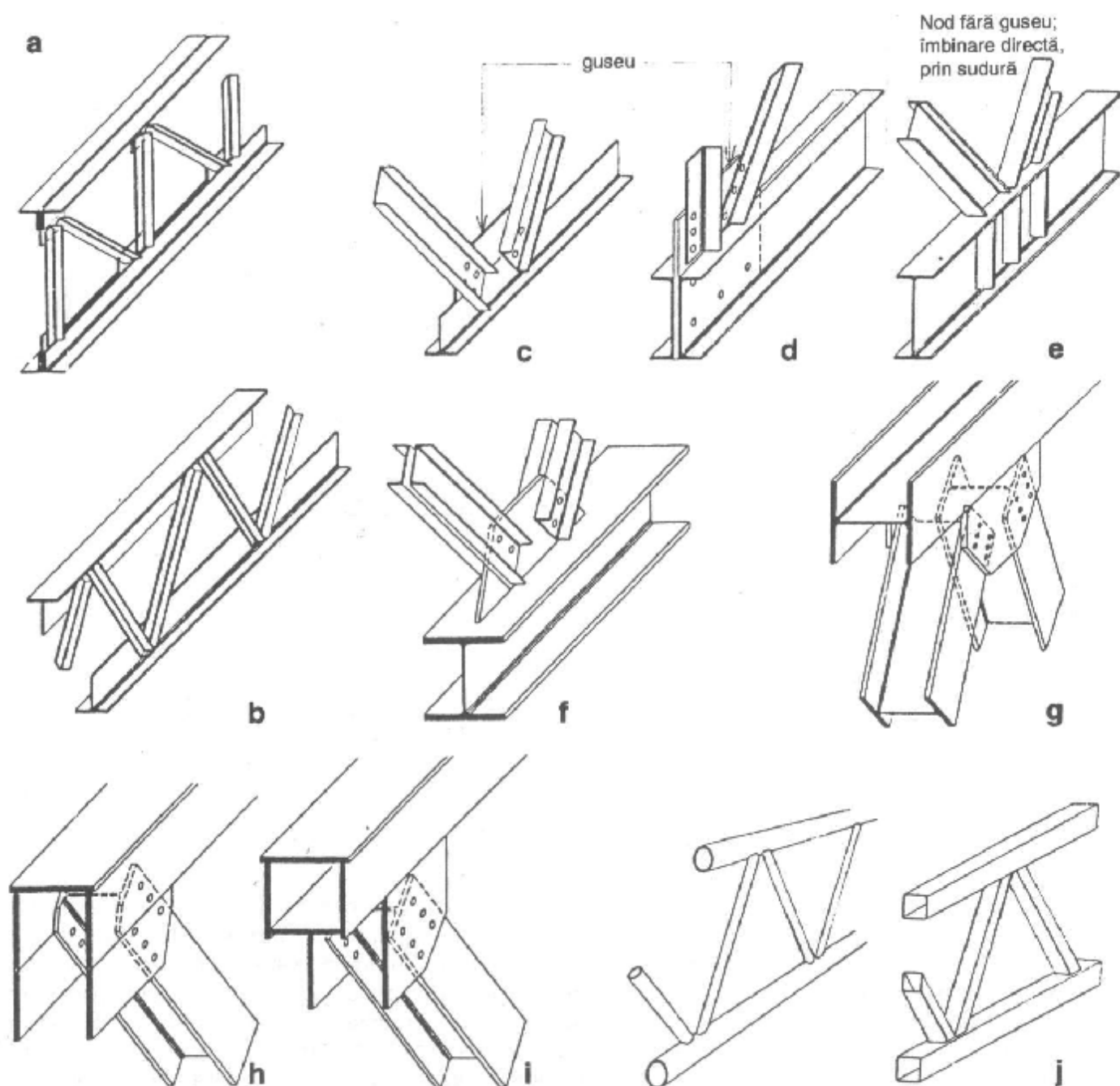
j

GRINZILE: VARIANTE DE ALCĂȚUIRE

□ GRINZI RETICULARE (sau IN ZĂBRELE)

Greutatea grinzilor cu inima plină poate ajunge destul de mare atunci când, din motive de rezistență sau rigiditate, grinda trebuie să aibă o înălțime considerabilă. În acest caz este preferabilă utilizarea de grinzi *reticulare* sau *în zăbrele*.

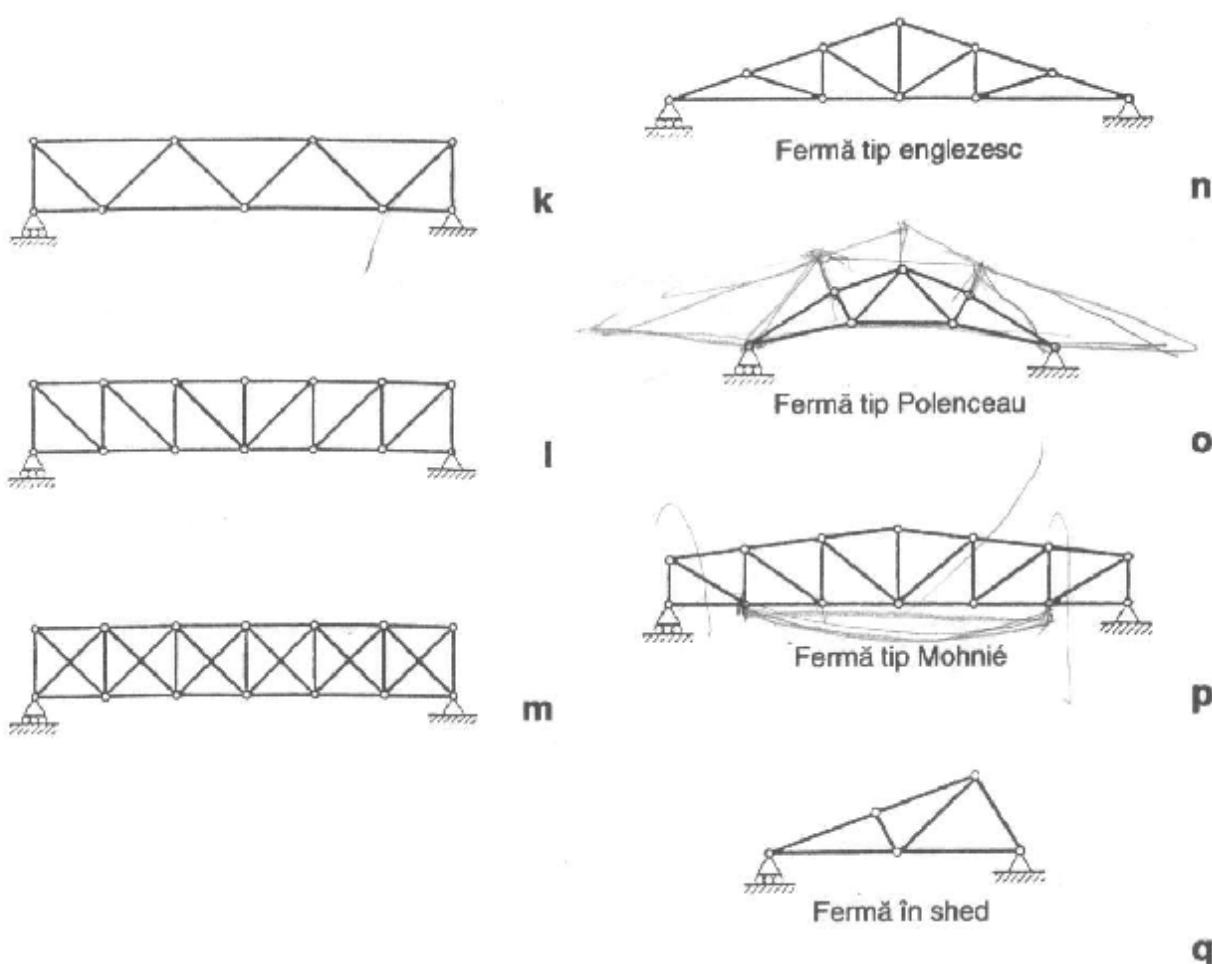
Grinda reticulară (a, b) este constituită în esență din două 'tălpi', una superioară și alta inferioară, asociate prin bare de inimă - 'montanți' și/sau 'diagonale' - în dreptul 'nodurilor'. Îmbinările pot fi realizate cu suduri, nituri sau buloane. Tălpile și barele de inimă sunt realizate de cele mai multe ori din profile laminate (L, U - de regulă duble, pentru a obține secțiuni transversale cu cel puțin o axă de simetrie) asamblate prin diverse modalități. Nodurile sunt în general realizate cu ajutorul unor 'gusee' (c - i). Tălpile și barele de inimă pot fi realizate și din țevi, cu secțiune circulară sau rectangulară, îmbinate direct, prin sudură (j).



Din punct de vedere al comportării, se poate considera că tălpilor le revine sarcina preluării încovoierii, în timp ce barele de inimă preiau forfecarea.

Grinzile pot avea tălpi paralele sau talpa superioară poate fi înclinată; barele de inimă pot fi dispuse în diverse moduri, rezultând diverse scheme statice (k - q). În cazul schemei în V (k), barele de inimă au toate aceeași lungime, dar, pentru o anumită situație de încărcare, unele rezultă întinse și altele comprimate. În cazul schemei în N (l), pentru încărcări gravitaționale diagonalele (barele înclinate) sunt întinse iar montanții (barele verticale) sunt comprimate: lungimea mai mică a elementelor comprimate este favorabilă pentru asigurarea stabilității (prevenirea flambajului). Schema (m), cu diagonale în cruce, este folosită frecvent în structurile de contravîntuire (la încărcări orizontale, diagonalele sunt alternativ întinse și comprimate).

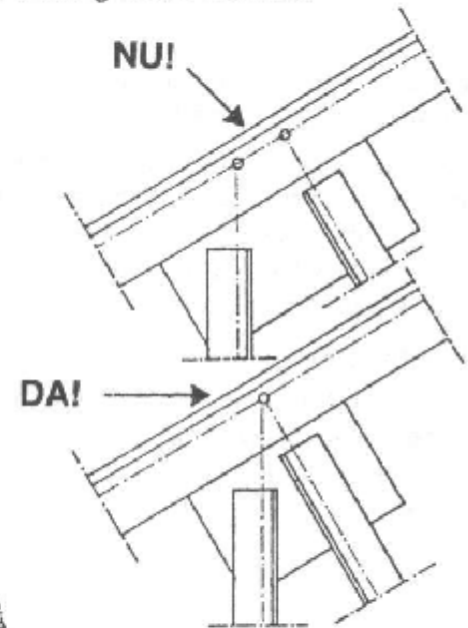
Dacă talpa superioară este înclinată, structura reticulară este în general denumită *fermă*. Fermele sunt folosite pentru realizarea acoperișelor (n - q).



Alegerea unui anumit tip de schemă și a modalităților de realizare depinde de cerințele funcționale și statice ce trebuie îndeplinite. Schemele [n - q] sunt indicate pentru acoperișe cu planuri înclinate, în timp ce schemele [k - m] pot fi folosite nu numai pentru acoperișe (plate) ci și pentru alte structuri: pasarele pietonale, poduri, etc. Din punct de vedere al exigențelor de ordin static, tipurile [a - b] și [j] sunt adecvate pentru grinzi reticulare ușoare; celelalte tipuri [k - q] sunt potrivite pentru lucrări mai ample. Prezența guseelor în alcătuirea nodurilor (c - i), chiar dacă nu este necesară în cazul unor tălpi cu inimi înalte și puțin solicitate, este totuși oportună din motive constructive.

Oricare ar fi tipul adoptat, trebuie respectate următoarele CRITERII general valabile:

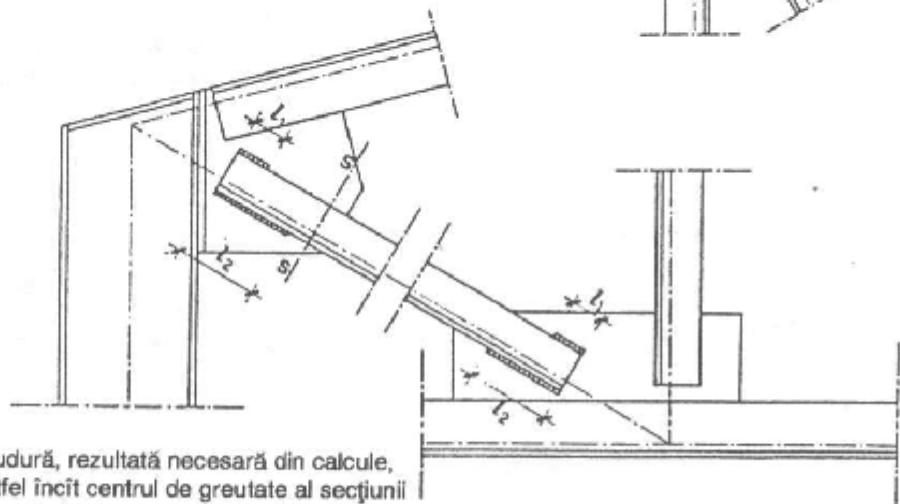
- axele centrelor de greutate ale profilelor ce intervin într-un nod trebuie să fie concurente într-un unic punct; acest punct constituie *articulația* structurii reticulare de referință; mai mult, îmbinările trebuie astfel dimensionate încât centrul de greutate al suprafețelor rezistente (buloane, nituri, suduri) să se găsească pe axa centrului de greutate al profilului îmbinat.



secțiune S-S

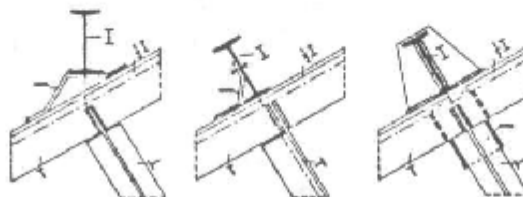


cordoane de sudură de colț 5x5

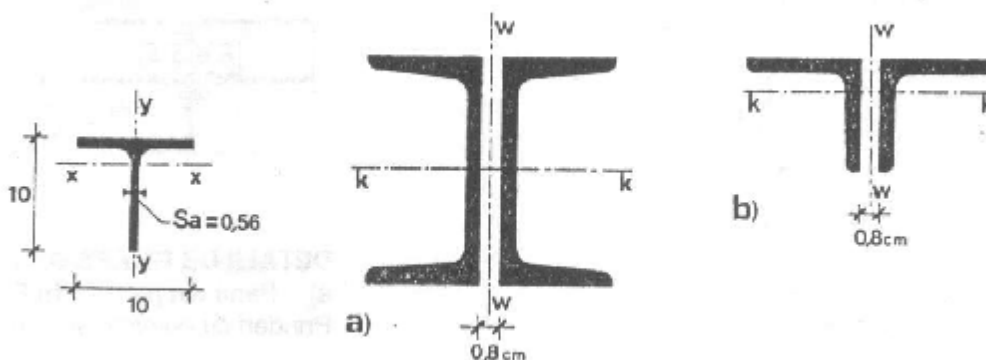


Lungimea totală a cordoanelor de sudură, rezultată necesară din calcule, trebuie repartizată în 2 cordoane astfel încât centrul de greutate al secțiunii rezistente (sudura) să cadă pe axa centrului de greutate al cornierului.

- grinzile secundare (panele) care transmit încărcări concentrate structurii reticulare trebuie dispuse în dreptul nodurilor, corespunzător punctului de intersecție a axelor profilelor



- secțiunea transversală este de regulă simetrică față de un ax vertical; ca atare, pentru tălpi diagonale și montați, se preferă fie profile simetrice (T, I), fie profile duble (2 U, 2 L).



PANELE

Panale sunt grinzi secundare care transmit încărcările din învelitoare către fermele de acoperiș; se realizează de regulă din profile I sau U.

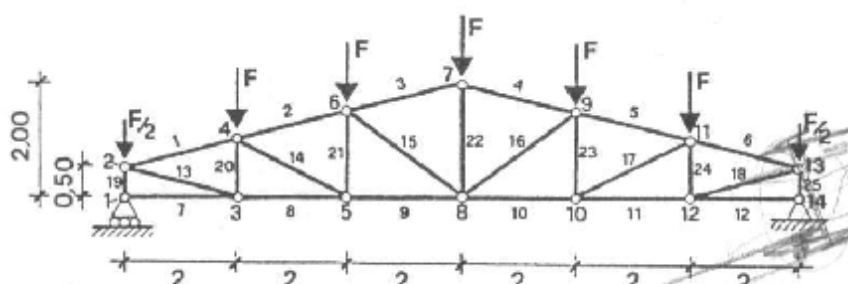
Dacă profilele sunt fixate cu axa principală perpendiculară pe talpa înclinată a fermei, ele sunt solicitate la o încovoiere deviată în raport cu direcția normală, cu o influență semnificativă dacă panta acoperișului este mai mare de 10° ; această solicitare particulară face necesară o supradimensionare a profilului (este necesar un profil mai înalt decât în cazul unei grinzi orizontale pe aceeași deschidere).

Ca atare, în cazul unor deschideri importante, este oportună adoptarea unor măsuri menite să reducă influența înclinației acoperișului, și anume:

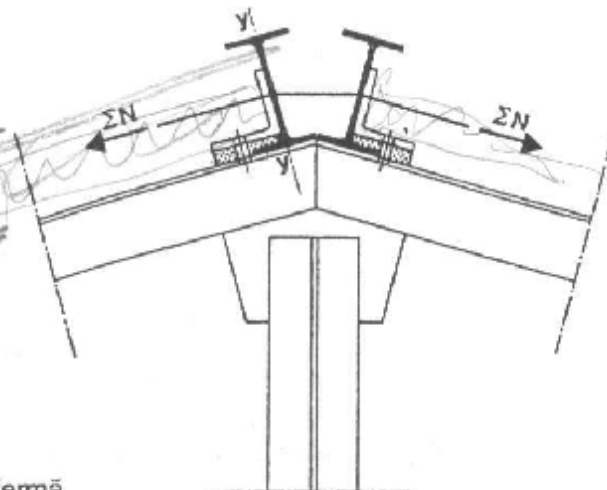
- montarea panelor cu axa principală verticală, astfel încât să nu existe încovoiere deviată cel puțin pentru încărcările verticale, de regulă cele mai semnificative; această soluție complică însă mult problema îmbinării dintre pană și talpa superioară a fermei;

sau

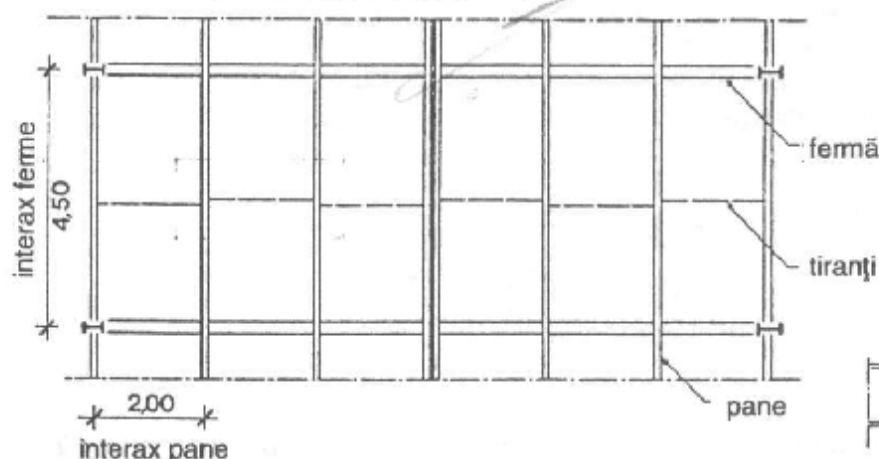
- reducerea deschiderii panelor prin legarea lor cu tiranți dispuși în planul învelitorii; reprezintă soluția cea mai simplă; tiranții, realizați din bare filetate la capete și fixate la jumătatea înălțimii panelor, formează astfel reazeme intermediare care subîmpart deschiderea de calcul a panelor: în trei părți sau, la deschideri mai mici, în două părți.



SCHEMA STATICĂ A FERMEI



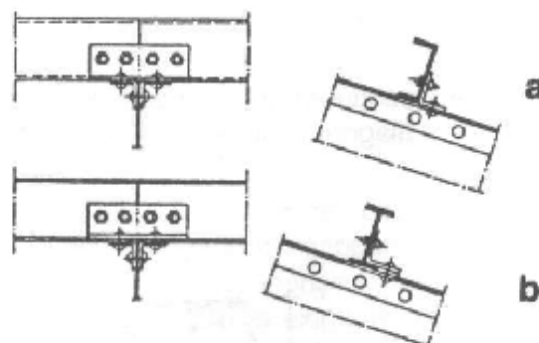
DETALIU COAMĂ
(variantă cu pană dublă)



PLAN STRUCTURĂ ACOPERIȘ



DETALIU DE FIXARE A TIRANȚILOR
(v. plan structură acoperiș)



DETALII DE FIXARE A PANELOR PE FERME
a) Pană din profil U; b) Pană din profil I.
Prinderi cu buloane și comiere de mintaj.

NODURI INTRE ELEMENTE STRUCTURALE

Imbinările (nodurile) între elementele structurale (stâlpi, grinzi, fundații) trebuie concepute în raport cu două categorii de exigențe:

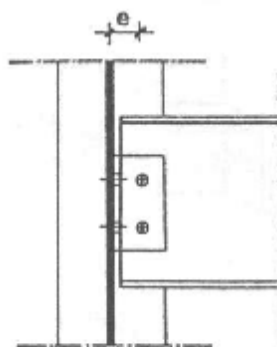
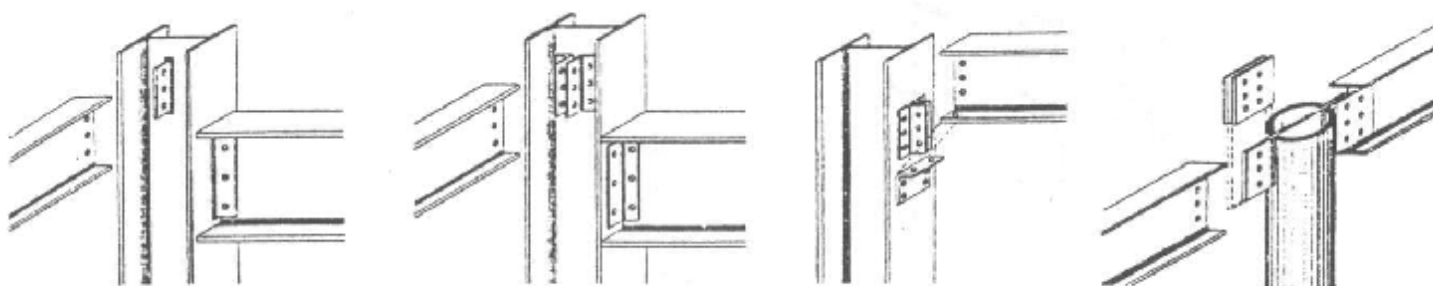
- exigențe de ordin static, privind corecta transmitere a solicitărilor;
- exigențe de execuție, privind facilitatea montajului.

□ NODURI GRINZI - STÎLPI

Din punct de vedere static, există două tipuri fundamentale: noduri de tip **articulație** (capabile să transmită de la grindă la stîlp numai forfecarea) și noduri de tip **încastrare** (sau noduri **rigide**, capabile să transmită stîlpului și forfecarea, și încovoierea); cele două moduri de comportare sunt condiționate de modul de realizare a nodului și influențează schema statică de ansamblu, deci alegerea unui anumit tip de structură a clădirii.

□ NODURI ARTICULATE - exemple

Asamblări realizate prin bulonare.



T

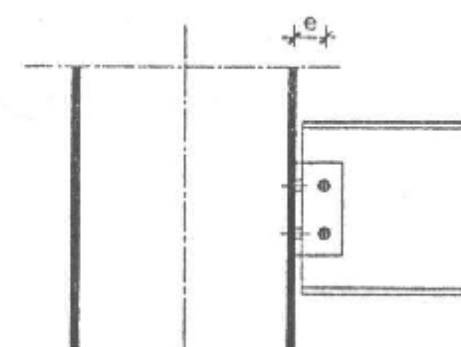
stîlp

grindă

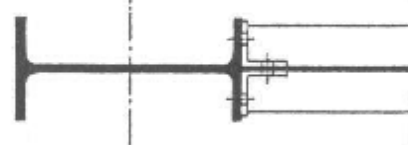
SECTIUNI
VERTICALE

SECTIUNI
ORIZONTALE

GRINDĂ ASAMBLATĂ PE INIMA
STÎLPULUI



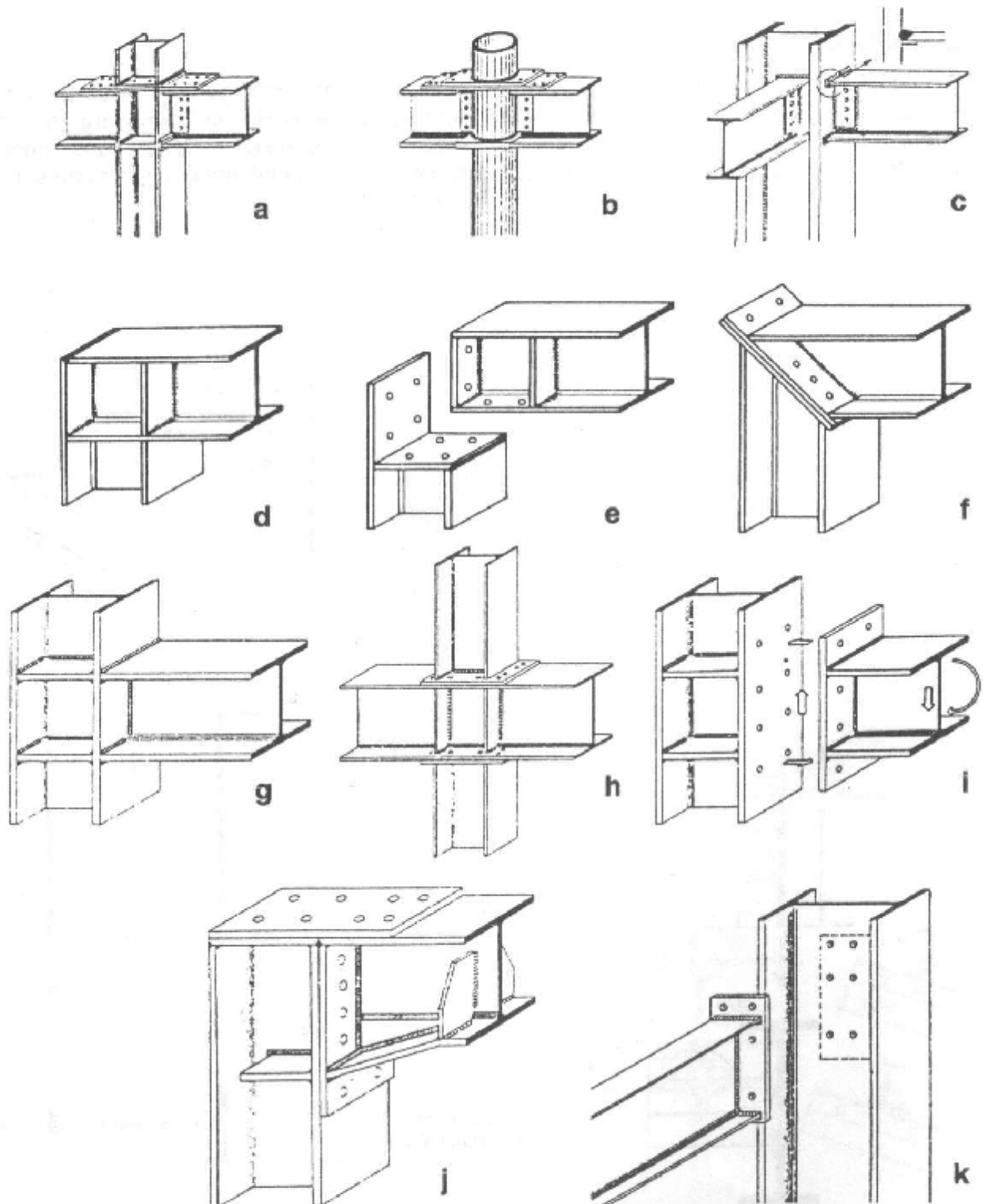
T

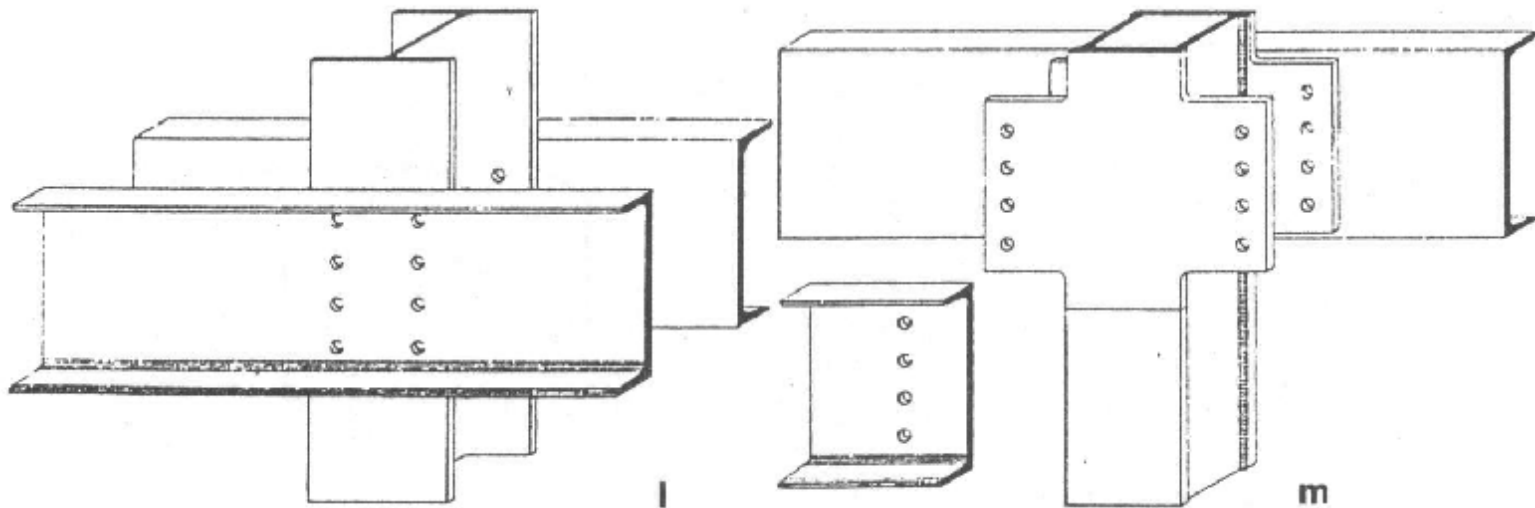


GRINDĂ ASAMBLATĂ PE INIMA
STÎLPULUI

□ NODURI RIGIDE - exemple

Asamblare realizată cu buloane + suduri (a, b, c), numai cu suduri (d, g) sau numai cu buloane. Stîlp continuu și grindă întreruptă (g, i); grindă continuă și stîlp întrerupt (h); stîlp și grindă continuă (l, m). Asamblări cu flanșe (i, j, k).





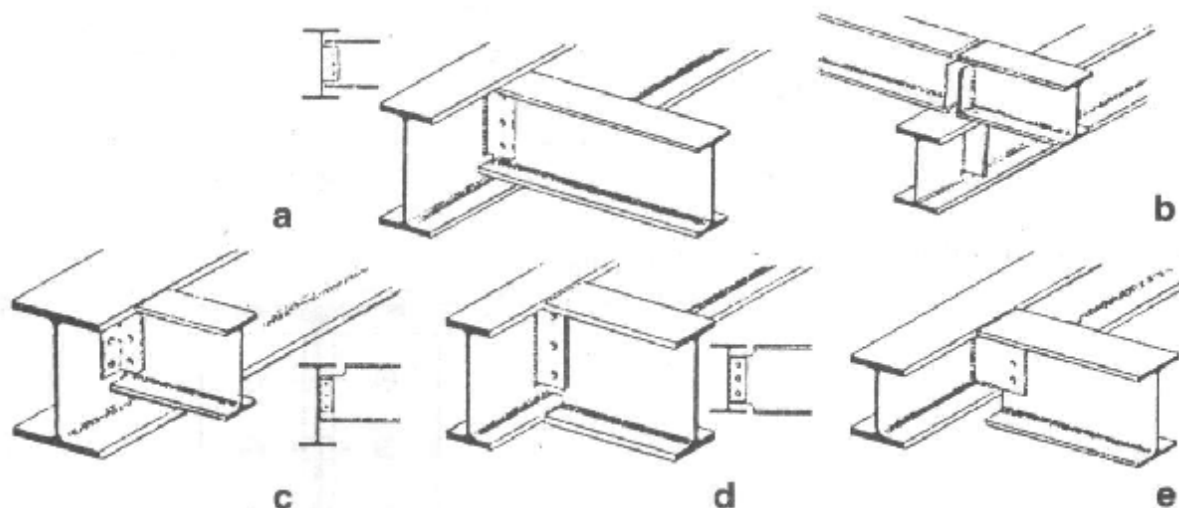
În alcătuirea nodului rigid (capabil să transmită stîlpului încovoierea din grindă) este util a ține cont de următoarele CRITERII:

- este oportună dispunerea majorității buloanelor în vecinătatea tălpii întinse a grinzii, în rînduri de cîte două; buloanele din zona tălpii întinse trebuie dispuse simetric, sub și deasupra tălpii;
- trebuie prevăzute coaste orizontale, de regulă avînd grosime egală cu cea a tălpilor grinzii și poziționate la aceeași cotă cu acestea, pentru a împiedica deformarea tălpii stîlpului pe care se prinde grinda;
- în unele situații, cînd panoul delimitat în cadrul inimii stîlpului de coastele orizontale sus-menționate nu poate prelua încovoierea transmisă de grindă, este necesară prevederea unor coaste diagonale de rigidizare a respectivului panou.

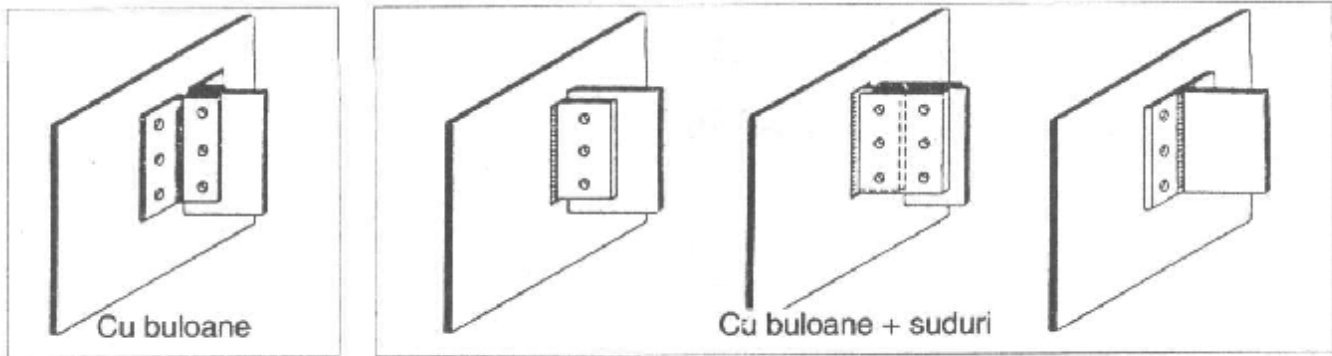
□ NODURI INTRE GRINZI

Se referă la îmbinările dintre grinzi secundare și principale, și trebuie să respecte aceleași categorii de exigențe, de ordin static și de montaj, ca și în cazul anterior. Și îmbinările între grinzi pot fi capabile să transmită numai forfecarea (noduri **articulate**) sau forfecarea + încovoierea (noduri **rigide**, de tip încastrare). Nodul de tip articulație transmite forfecarea de la inima grinzii secundare către inima grinzii principale.

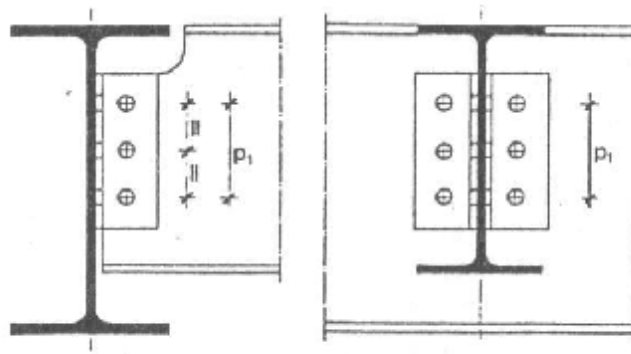
□ NODURI ARTICULATE - exemple



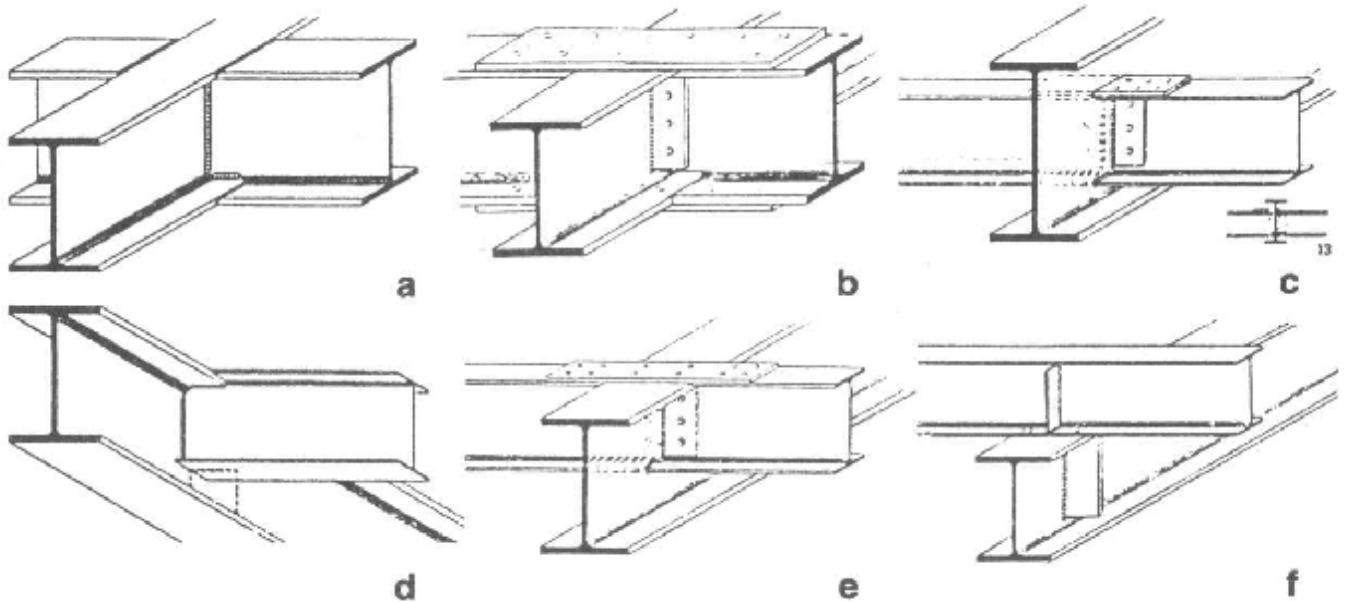
Posibilități de asamblare



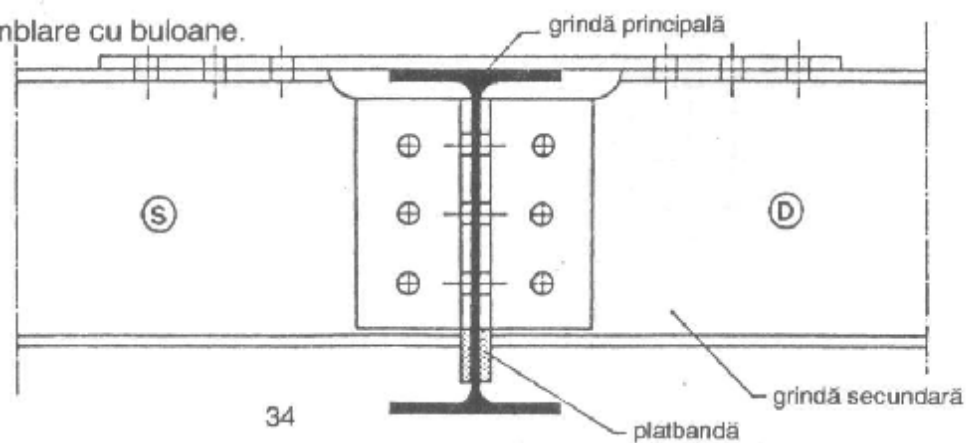
Detaliu de nod articulată. Asamblare cu două corniere + buloane.



□ NODURI RIGIDE - exemple



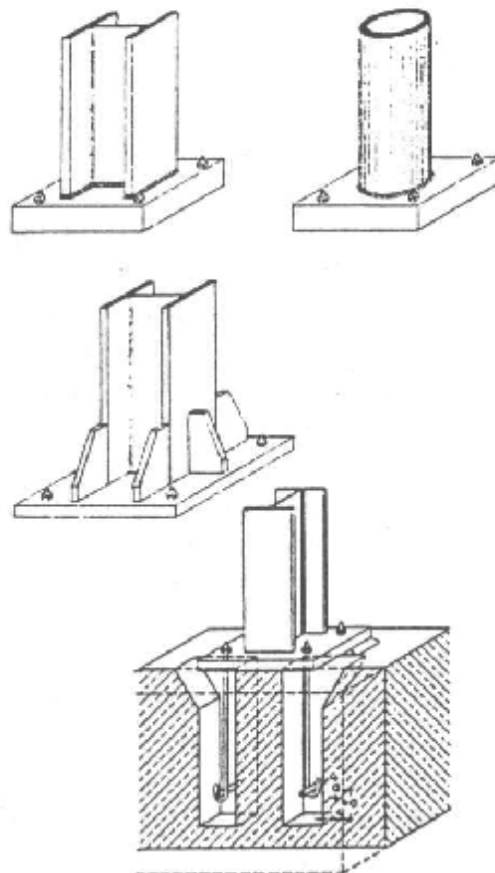
Detaliu de nod rigid. Asamblare cu buloane.



□ NODURI STÎLP - FUNDAȚIE

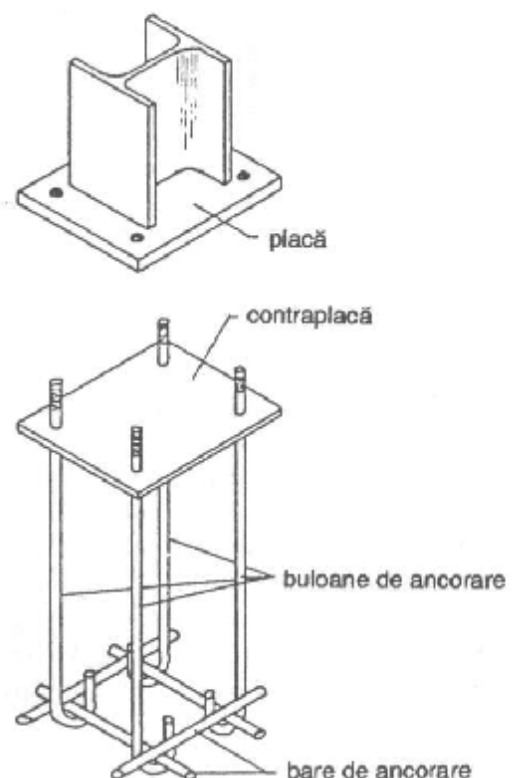
Stîlpul din oțel este în general fixat la bază pe fundația din beton.

Exigența de a reduce eforturile de la valori acceptabile pentru oțel (de ordinul a 15-20 kg/mm²) la valori acceptabile pentru beton (de ordinul a 1 kg/mm²), face indispensabilă interpunerea unei plăci de distribuție (placă de rezemare sau de ancorare).



O exigență particulară în ceea ce privește ancorajele oțel - beton, decurge din diferența de ordin de mărime a toleranțelor acceptate în cele două sectoare de construcții, respectiv fundații și structuri metalice. Problemele pot fi rezolvate cu un sistem de placă dublă (sau placă și contraplacă): una dintre plăci este ancorată în fundație, cea de-a doua este asociată bazei stîlpului.

Eventualele (probabilele) 'jocuri' excesive din punct de vedere al structurii din oțel sunt compensate prin modul de realizare a legăturii dintre cele două plăci, nu numai în plan orizontal, ci și pe verticală, inclusiv înclinația.



Din punct de vedere static, ancorarea stîlpului la bază este concepută în raport cu solicitările pe care trebuie să le transmită fundației; pot fi astfel diferențiate două categorii majore de ancoraje: **articulații și încastrări**, cu implicații asupra schemei statice de ansamblu.

□ ARTICULAȚII

În acest caz se consideră că stîlpul transmite fundațiilor numai încărcări verticale (compresiune).

Modul cel mai simplu de realizare este cel care constă în a suda la baza stîlpului o placă din oțel prevăzută cu două (sau patru) găuri; această placă este asociată la fundații prin intermediul a două (sau patru) buloane cu tija special conformată pentru ancorare (v. imaginile de mai sus).

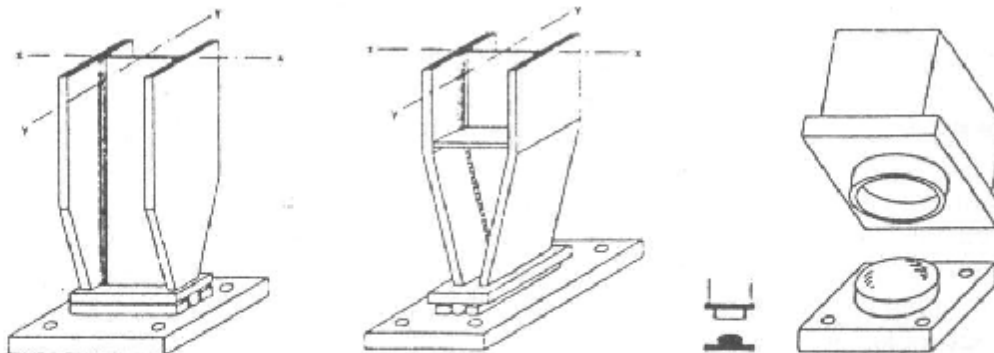
Dacă stîlpul transmite fundațiilor numai o forță normală de compresiune, tije de ancorare ar putea fi considerate inutile: în realitate ele sunt indispensabile atît pentru o mai bună legătură stîlp-fundație, cît și pentru facilitarea poziționării stîlpului în faza de montaj. În acest caz, dimensionarea tijelor de ancorare poate fi făcută în manieră empirică (prin aproximarea eforturilor de forfecare funcție de încărcarea verticală).

Dimensionarea suprafeței plăcii se face în așa fel încît aceasta să poată asigura o repartitie cît mai uniformă a presiunii de contact pe betonul fundației; în acest scop placa trebuie să fie suficient de rigidă și uneori este necesară prevederea unor nervuri de rigidizare.

Grosimea minimă a plăcii este determinată din considerente de rezistență, respectiv în așa fel încît valorile eforturilor rezultate din încărcări să nu depășească rezistența admisibilă; orice supliment de grosime a plăcii este în avantajul rigidității sale.

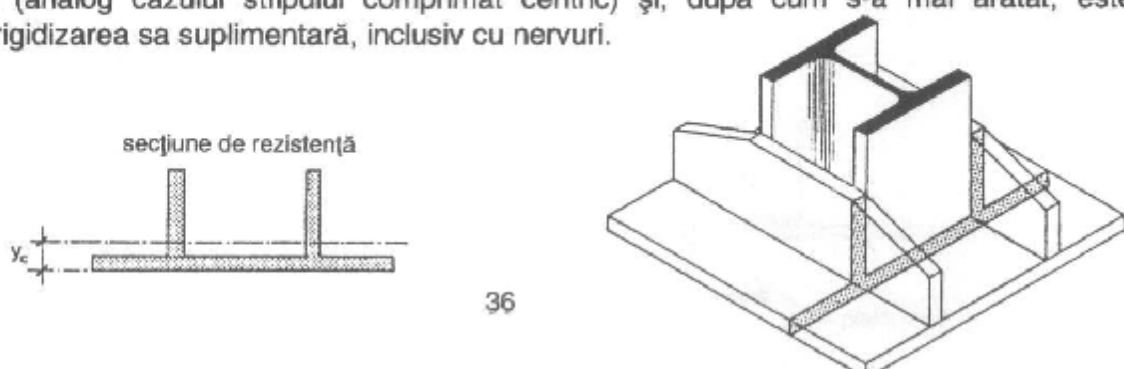
O legătură de acest tip este simplu de realizat, dar este, evident, departe de a fi o articulație ideală; se consideră totuși acceptabilă (întrucît eforturile din încovoiere care pot apărea sunt neglijabile) și reprezintă soluția cel mai frecvent folosită.

În cazuri particulare, se poate recurge la dispozitive care reproduc mai bine articulația ideală.

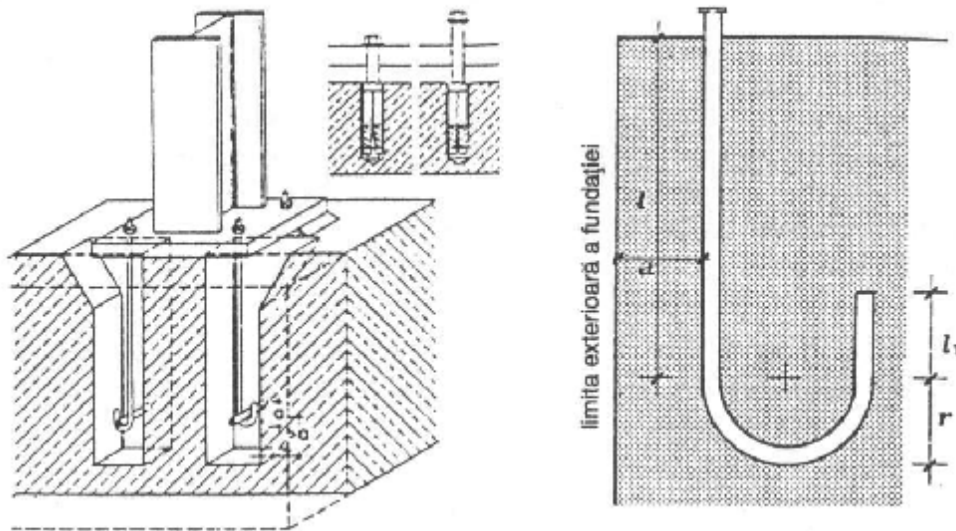


□ INCASTRĂRI

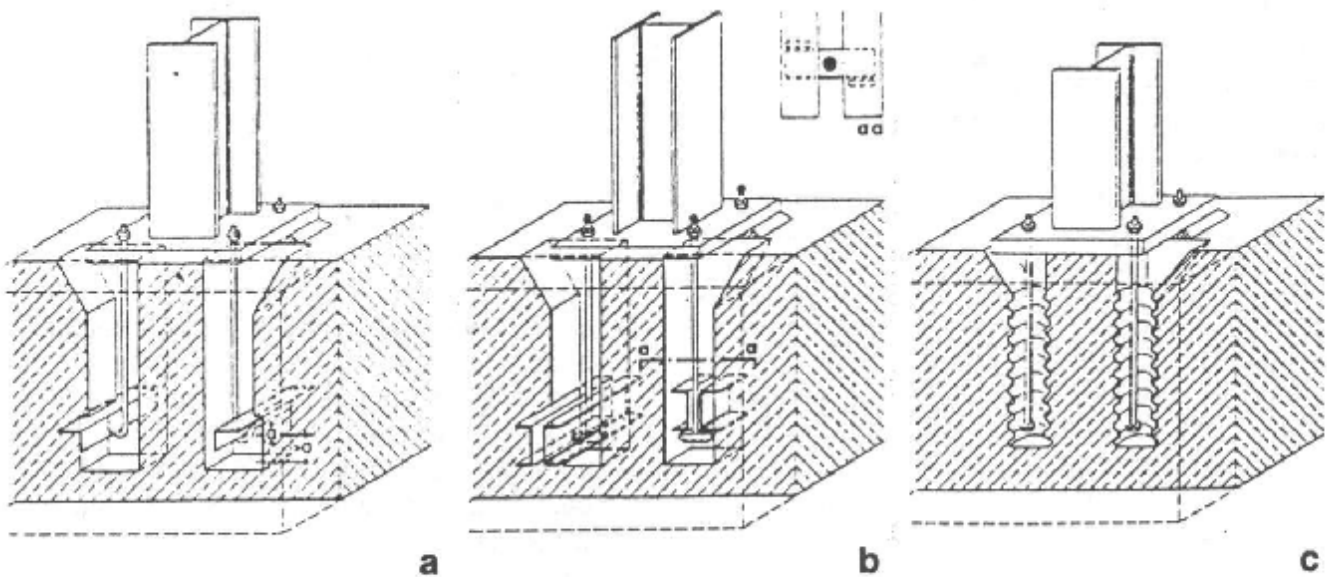
În acest caz stîlpul transmite fundațiilor o forță normală de compresiune și un moment de răsturnare (încovoiere). Funcție de raportul dintre cele două componente, la nivelul plăcii de rezemare pot apărea, în afara eforturilor de compresiune, eforturi de întindere (tracțiune) care tind să desprindă placa de blocul de beton; aceste eforturi de tracțiune trebuie să poată fi preluate de tije de ancorare precum și de partea din suprafața de contact a plăcii pe beton care rezultă comprimată. Ca atare este necesară o dimensionare atentă a tijelor de ancorare și a suprafeței plăcii de rezemare; grosimea minimă a plăcii se stabilește din considerente de rezistență (analog cazului stîlpului comprimat centric) și, după cum s-a mai arătat, este oportună rigidizarea sa suplimentară, inclusiv cu nervuri.



În ceea ce privește ancorarea tijelor, dacă eforturile de tracțiune (întindere) nu sunt foarte importante, este suficientă aderența între suprafața tijei (dimensionată corespunzător) și beton.



În situații de importanță majoră, când nu se poate conta numai pe aderența dintre tija de ancorare și beton, eforturile din tijă sunt transmise masei de beton prin intermediul unor dispozitive speciale: ancoraje cu profile din oțel înglobate în beton (a, b) sau cu tuburi ondulate (c) care, măbind suprafața de contact, cresc valoarea eforturilor transmisibile.



CONCEPȚIA DE ANSAMBLU A STRUCTURII

Alegerea structurii portante influențează considerabil concepția globală a unei clădiri. Structura majoră a clădirii nu va putea fi deci valabil determinată decât simultan cu definirea poziției fațadei, a compartimentărilor, a nodurilor de circulație și a instalațiilor, în raport cu elementele portante. Astfel, tramei structurale - definită prin deschiderile și pozițiile stîlpilor - i se va integra sau suprapune o tramă secundară determinînd pozițiile elementelor de închidere, de compartimentare, a tavanelor suspendate și a spațiilor necesare pentru trecerea instalațiilor. De alegerea judicioasă a acestei trame secundare va depinde nu numai aspectul arhitectural, ci și execuția rațională și economică a construcției.

Structurile clădirilor au în general mai multe nivele (cu excepția halelor) iar grinzile vor trebui să suporte încărcările plăcilor, pe care le transmit elementelor portante verticale; acestea, la rîndul lor, transmit în mod cumulat încărcările către fundații.

Din punct de vedere al modului de preluare a forțelor orizontale (vînt, seism) se pot distinge două mari categorii de construcții cu structură metalică:

- Construcții cu cadre rigide
- Construcții cu cadre articulate

A. CONSTRUCȚII CU CADRE RIGIDE

Sunt construcții la care nodurile dintre stîlpi și grinzi sunt rigide, putînd prelua încovoierea și transmite astfel de la grindă către stîlp solicitările apărute din acțiuni orizontale; practic toate elementele portante, orizontale și verticale, participă deopotrivă la preluarea eforturilor din încărcări verticale și orizontale.

Construcțiile cu noduri rigide reprezintă un tip de structură ce pînă de curînd a fost frecvent folosit în SUA, la realizarea unor clădiri-turn foarte zvelte, fără contravînturi. Ultimele cutremure au pus însă sub semnul întrebării acest tip de structură, întrucît sub acțiunea seismică puternică nodurile au cedat; ca atare, orientările actuale asociază acestui tip de structură *elemente de 'contravîntuire' specializate*, care să preia parțial acțiunile orizontale.

B. CONSTRUCȚII CU CADRE ARTICULATE

Structurile din oțel au particularitatea de a fi structuri 'montate', respectiv realizate prin asamblarea în șantier a unor elemente produse în prealabil în altă parte decât locul de execuție a clădirii. De regulă se urmărește ca operațiunile de asamblare să fie cît mai simple, atît din motive economice, cît și din motive tehnologice; condițiile normale de lucru în șantier fac să fie costisitoare și nu întotdeauna sigure ca efect, procedee ce tind să realizeze noduri complicate menite să refacă în operă continuitatea unor elemente produse separat (noduri rigide). Pe de altă parte, nodurile simple, ce pot fi realizate în mod convenabil în șantier, fac ca structura în ansamblul său să fie puțin stabilă: în situația - ideală din punct de vedere al execuției - în care toate îmbinările ar fi de tip articulație, construcția ar rezulta de-a dreptul instabilă.

Pentru a nu renunța la avantajele simplității constructive a nodurilor de tip articulație și a asigura totuși stabilitatea de ansamblu a construcției, se practică utilizarea unor *elemente cu funcțiune specifică de 'contravîntuire'*, menite să împiedice deplasările relative între noduri și deformațiile excesive.

● SISTEMELE DE CONTRAVÎNTUIRE

În raport cu rolul particular îndeplinit, contravîntuirile se împart în două categorii: contravîntuiri verticale și contravîntuiri orizontale.

Contravîntuirile verticale au rolul de a prelua forțele orizontale, datorate vîntului sau cutremurelor, și de a le transfera la nivelul fundațiilor. În acest mod, celelalte elemente portante din oțel (grinzi și stîlpi) trebuie să suporte doar încărcările verticale, iar îmbinările dintre ele pot

avea simplitatea dorită. Contravîntuirile verticale pot fi realizate în diverse moduri:

▪ Cu elemente rigide **plane** (diafragme):

- pereți din b.a. (sau eventual din zidărie, la construcții mici);
- panouri cu structură reticulară din oțel.

În plan sunt necesare cel puțin trei contravîntuiri, în plane neconcurente, dintre care două pot fi paralele și al treilea perpendicular pe primele două.

▪ Cu elemente rigide **spațiale**, numite 'tuburi', ce grupează de regulă circulațiile verticale (scări, ascensoare); acestea pot fi:

- tuburi din b.a. (eventual din zidărie, la construcții mici);
- tuburi cu structură reticulară din oțel.

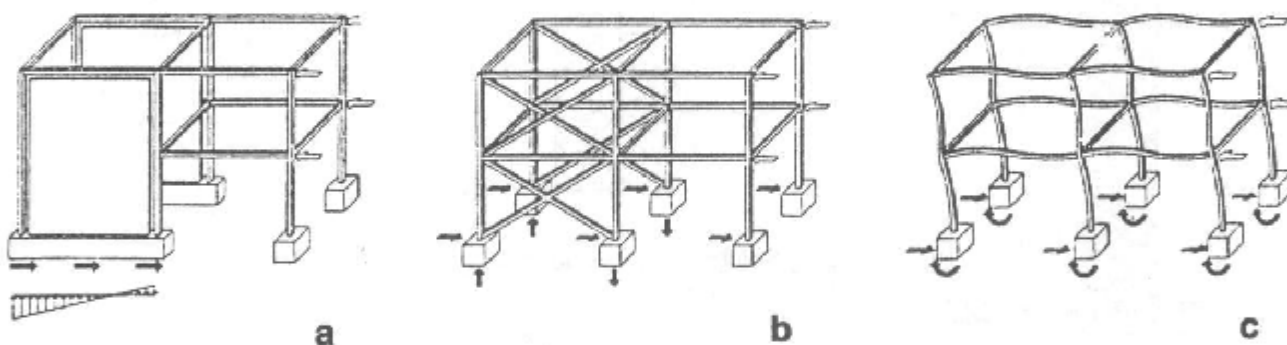
Este de remarcat faptul că în cazul altor tipuri de structuri (din beton armat, din zidărie) nu este necesară prevederea unor elemente cu funcțiune specifică de contravîntuire, această funcțiune putînd fi îndeplinită de însăși elementele portante (cadre, pereți), rigide prin natura lor; în schimb probleme similare apar în cadrul construcțiilor cu schelet din lemn.

Pentru ca elementele de contravîntuire să nu devină 'un rău necesar' cu efecte perturbatoare asupra compoziției arhitecturale, alegerea sistemului trebuie făcută încă de la începutul studiului structurii clădirii.

Zăbrelele din oțel, cu geometrii diverse (în X, K, A, etc) avînd ca regulă comună crearea de triangulații nedeformabile, reprezintă elementul de contravîntuire cel mai frecvent utilizat; pot fi integrate fațadelor (v. IBM - Pittsburg, World Trade Center - New York, etc), ceea ce face indispensabil studiul integrat, încă de la începutul concepției clădirii, al problemelor structurale, estetice, de izolare termică și fonică.

Contravîntuirile orizontale au rolul de a limita deformațiile structurii metalice și de a permite transmiterea forțelor orizontale către contravîntuirile verticale. Sunt structuri rigide plane (diafragme sau 'șalbe' orizontale) și pot fi realizate din:

- dale de b.a. sau dale cu elemente ceramice și b.a. (reproducînd astfel ceea ce există de la sine în structurile de b.a. și zidărie);
- structuri reticulare orizontale (sau înclinate, în cazul acoperișelor cu pante) din oțel, în general cu elemente dispuse în cruce; de regulă, în cazul planșeelor, aceste structuri reticulare au ca 'tălpi' și 'montanți' grinzile principale și, respectiv, cele secundare; în cazul acoperișelor înclinate, 'tălpile' și 'montanții' sunt constituiți de pane și, respectiv, tălpile superioare ale fermelor.



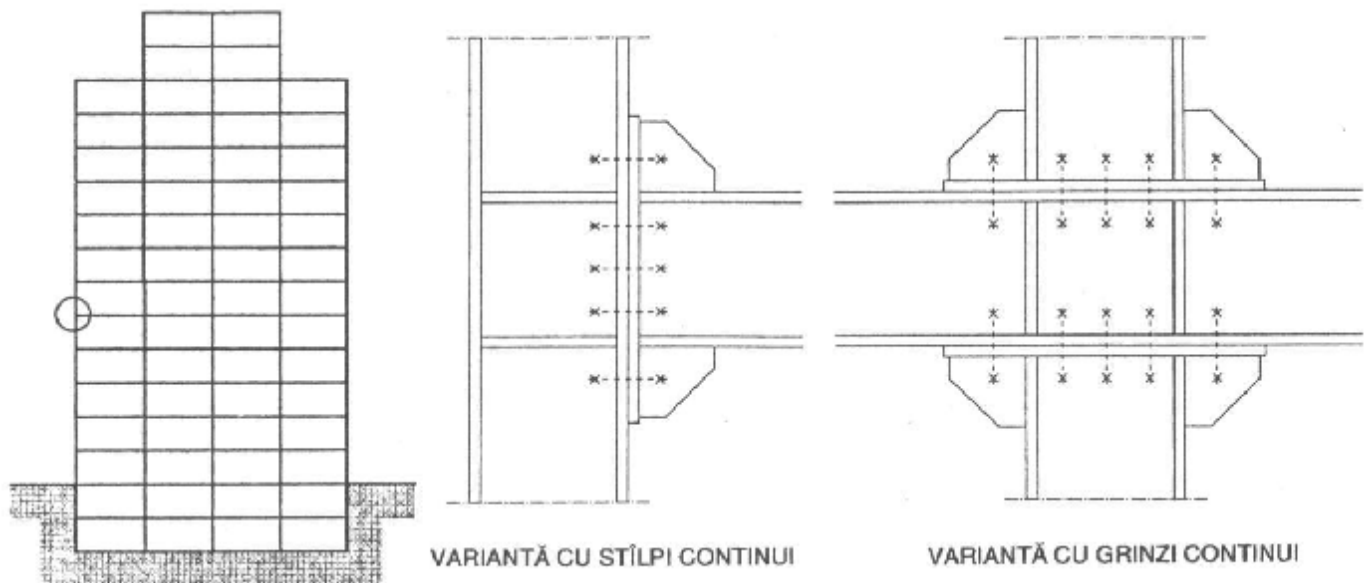
DIVERSE MODALITĂȚI DE PRELUARE A FORȚELOR ORIZONTALE

Ilustrare schematică a comportamentului unor diverse tipuri de structuri metalice: a) Cu pereți rigizi din b.a.; b) Cu contravîntuiri reticulare; c) Cu noduri rigide.

(Pentru simplificare, reprezentarea ia în considerare o unică direcție de acțiune a forței orizontale, într-un singur plan)

CADRE RIGIDE

NODURI RIGIDE între elementele structurale principale: transmiterea eforturilor din elementele orizontale către cele verticale se face prin încovoiere. Toate elementele (orizontale și verticale) participă la preluarea încărcărilor verticale și orizontale (vânt, seism).

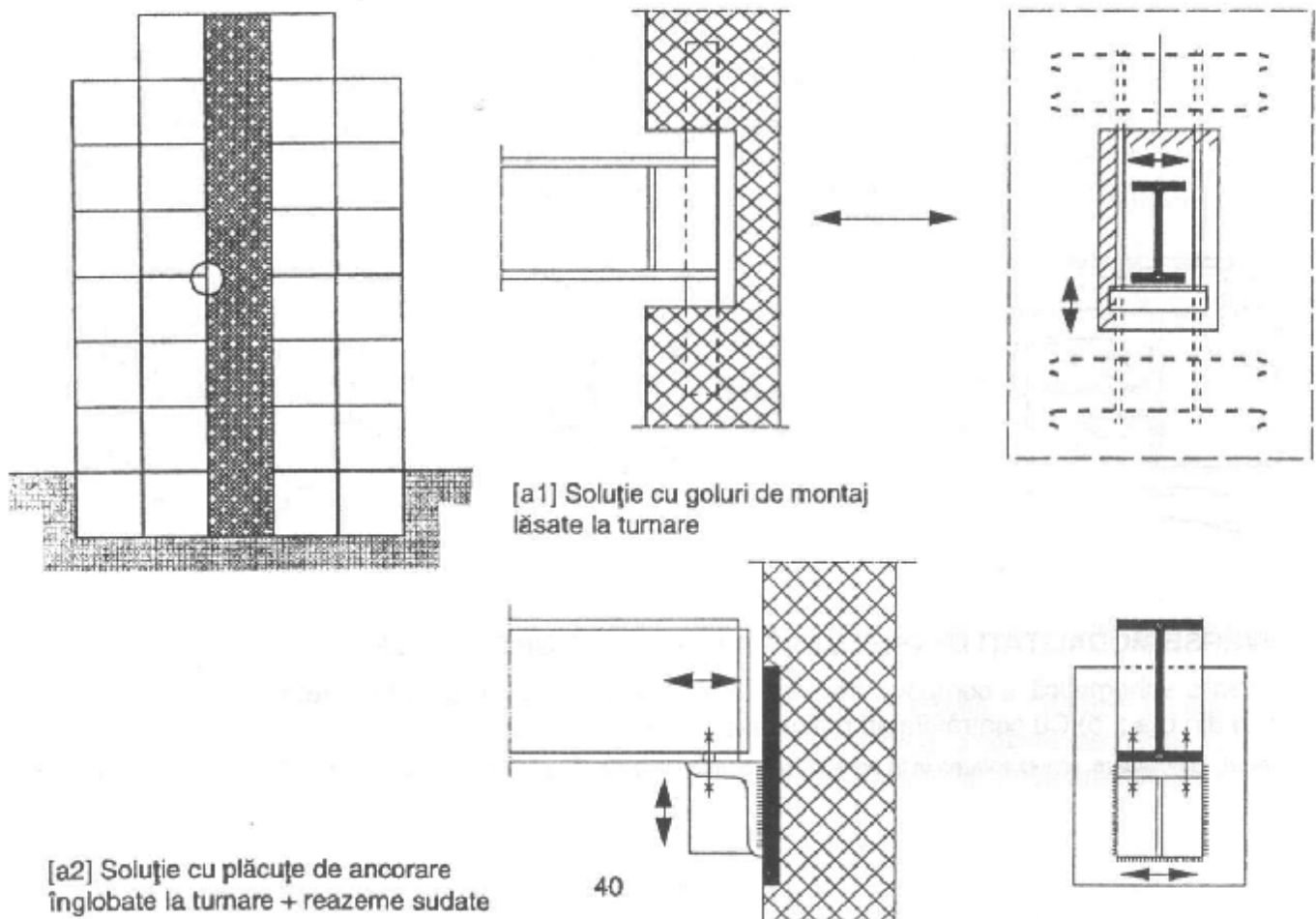


CADRE ARTICULATE ASOCIATE CU UN TUB DE B.A.

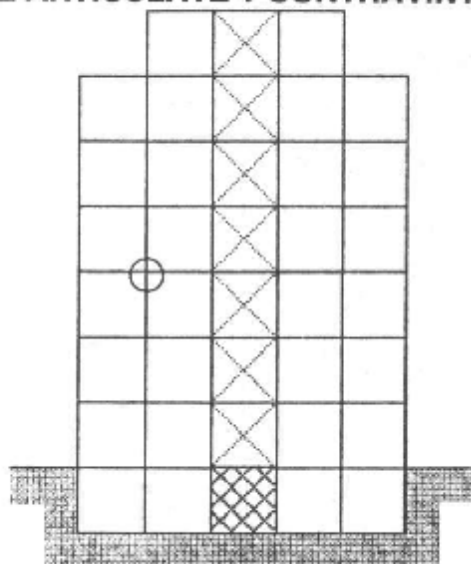
Tubul de b.a. preia încărcările orizontale. Două variante funcție de modul de execuție:

[a] Tub de b.a. turnat înaintea montării scheletului metalic. Soluție economică, în special în condițiile folosirii de cofraje glisante.

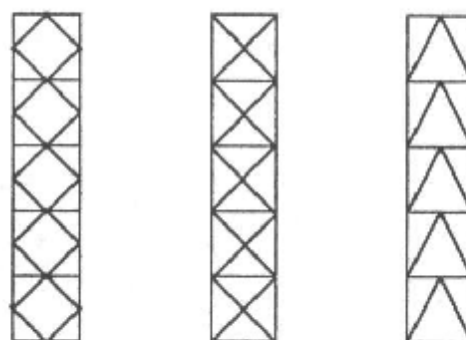
[b] Tub de b.a. turnat după montarea scheletului metalic. Permite închiderea rapidă a clădirii (montarea fațadelor simultan cu turnarea tubului). Necesită contravînturii provizorii.



CADRE ARTICULATE + CONTRAVÎNTUIRI RETICULARE

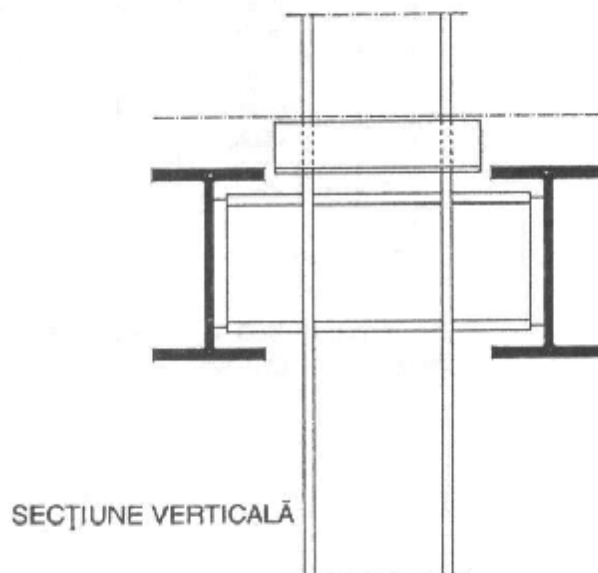
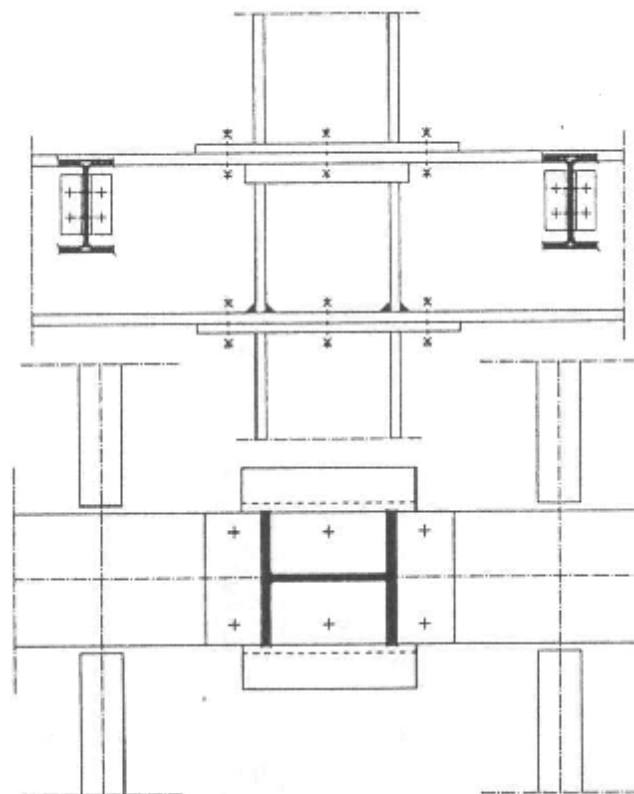
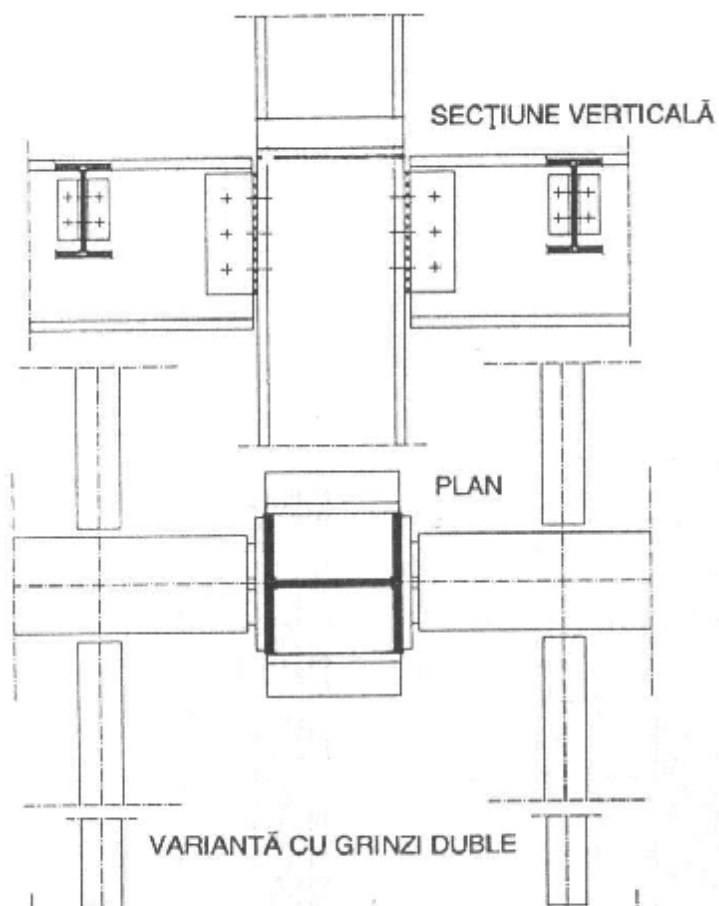


FORME DE CONTRAVÎNTUIRI

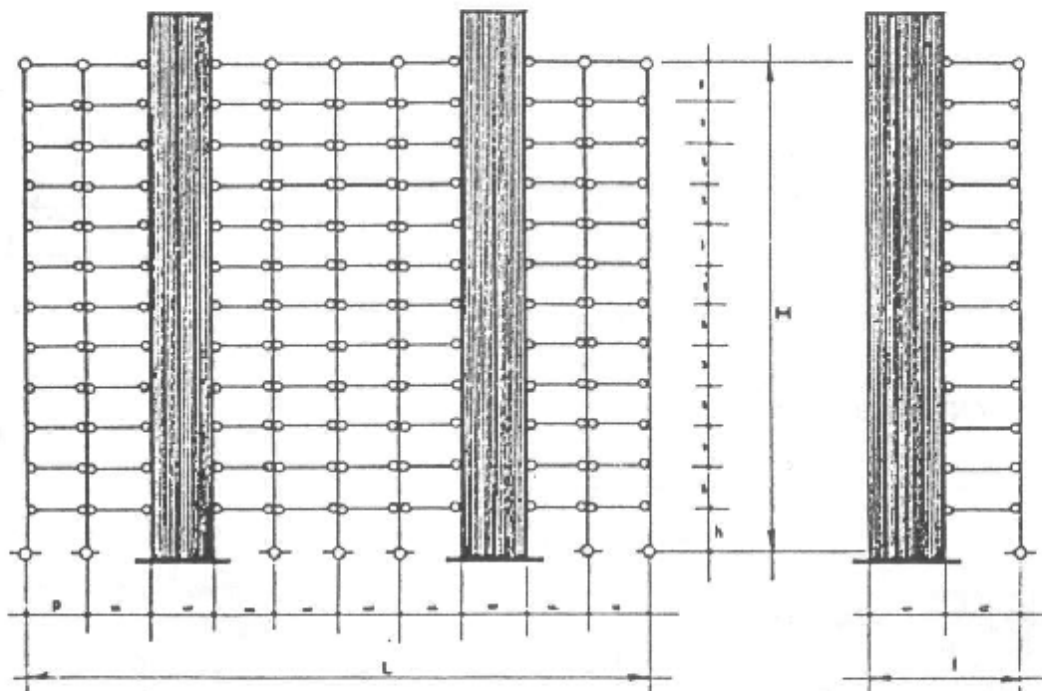
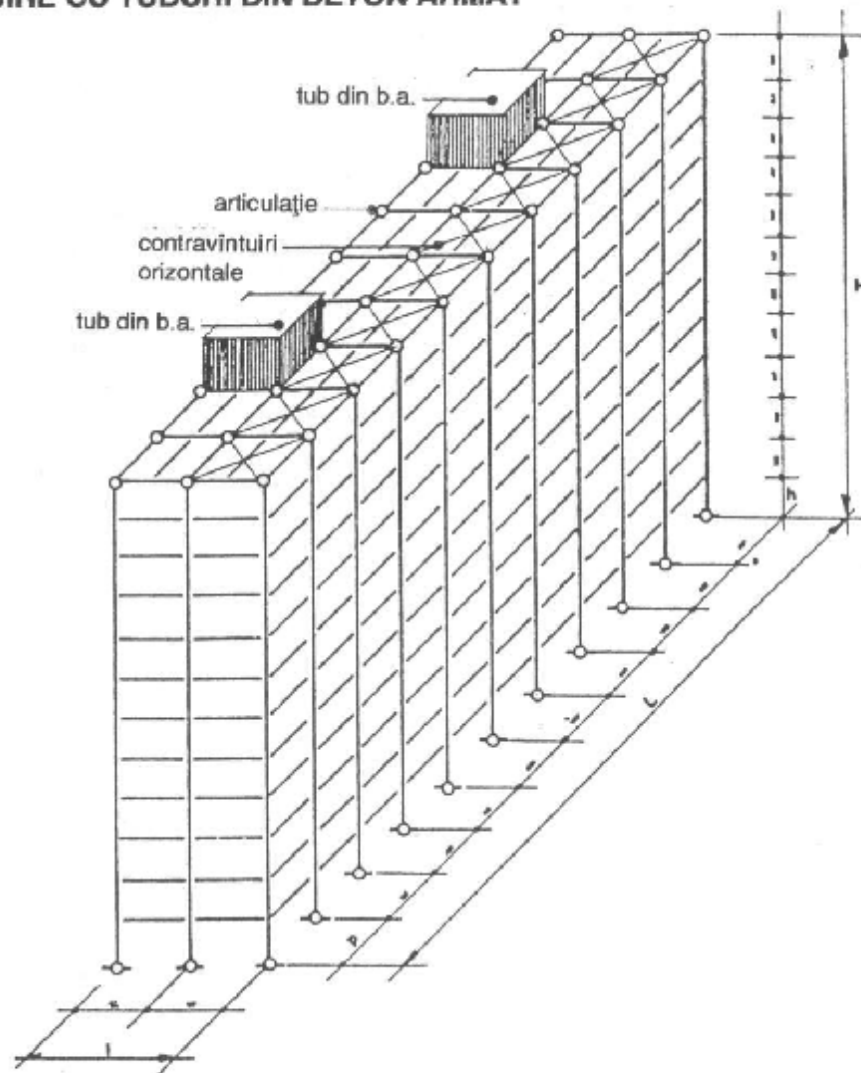


VARIANTĂ CU STILPI CONTINUI
convenabilă pentru deschideri mici

VARIANTĂ CU GRINZI CONTINUI
convenabilă pentru deschideri peste 8 m



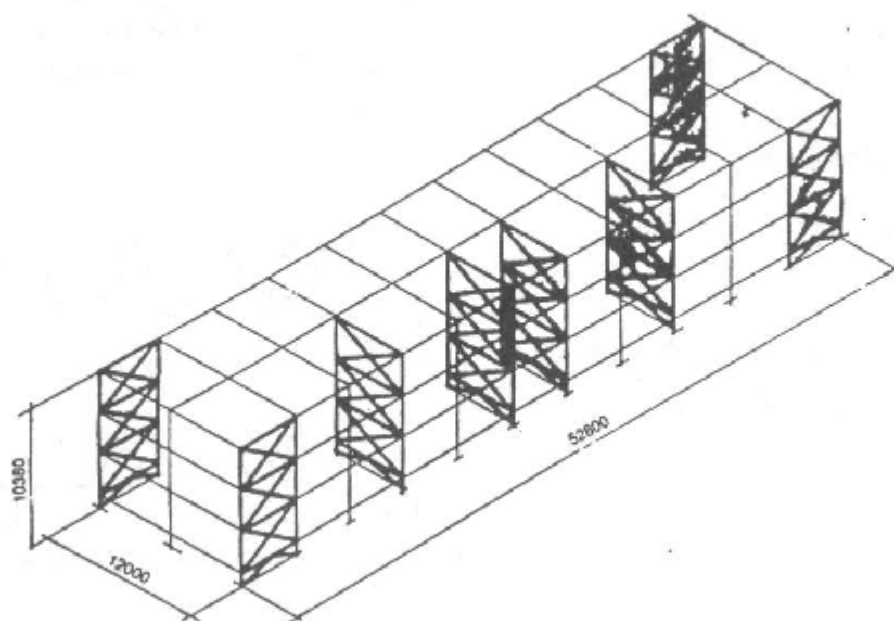
CONTRAVÎNTUIRE CU TUBURI DIN BETON ARMAT



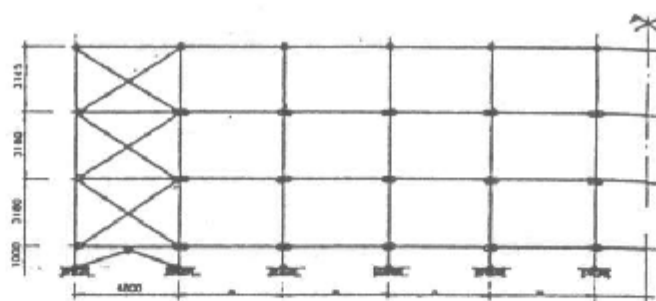
Schema statică longitudinală
în dreptul tuburilor

Schema statică
transversală

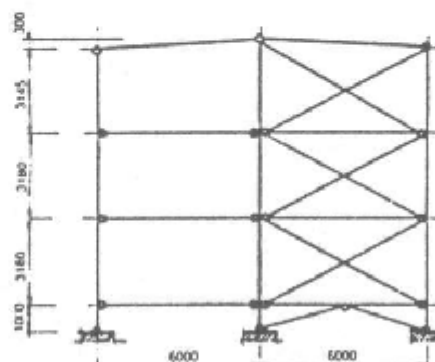
CONTRAVÎNTUIRE VERTICALĂ RETICULARĂ CU BARE DIN OȚEL



Schemă de dispunere a contravîntuirilor verticale



Schemă statică longitudinală
(pentru 1/2 din secțiune)

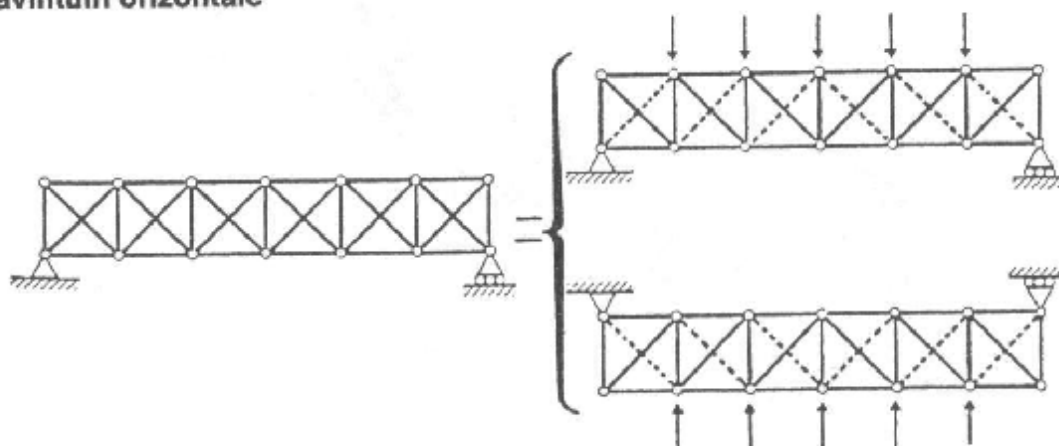


Schemă statică transversală

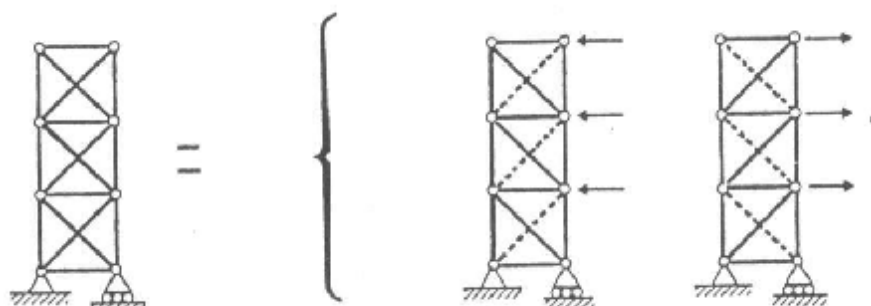
SCHEMA DE FUNCȚIONARE A CONTRAVÎNTUIRILOR

Disponerea barelor în cruce face posibilă utilizarea unor profile cu secțiuni foarte mici: oricare ar fi direcția forței orizontale, una din diagonale rezultă întinsă; capacitatea portantă a rigidizării este dată de rezistența la *întindere*, care constituie criteriul de dimensionare a barelor.

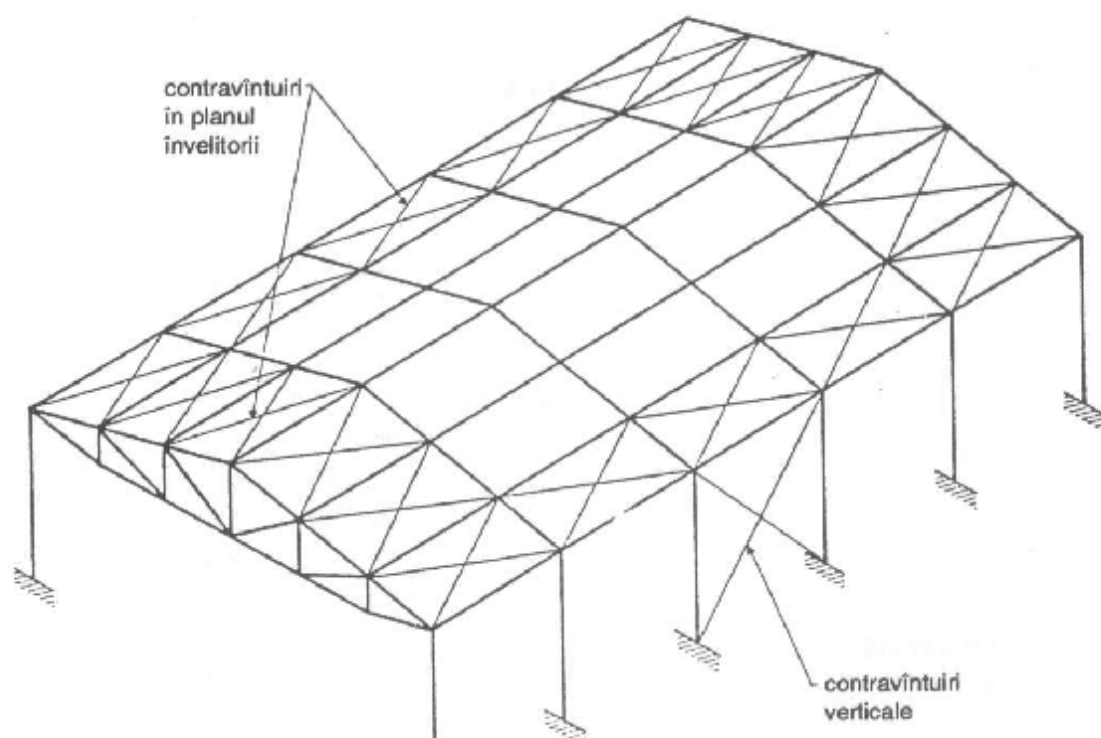
Contravîntuiri orizontale



Contravîntuiri verticale

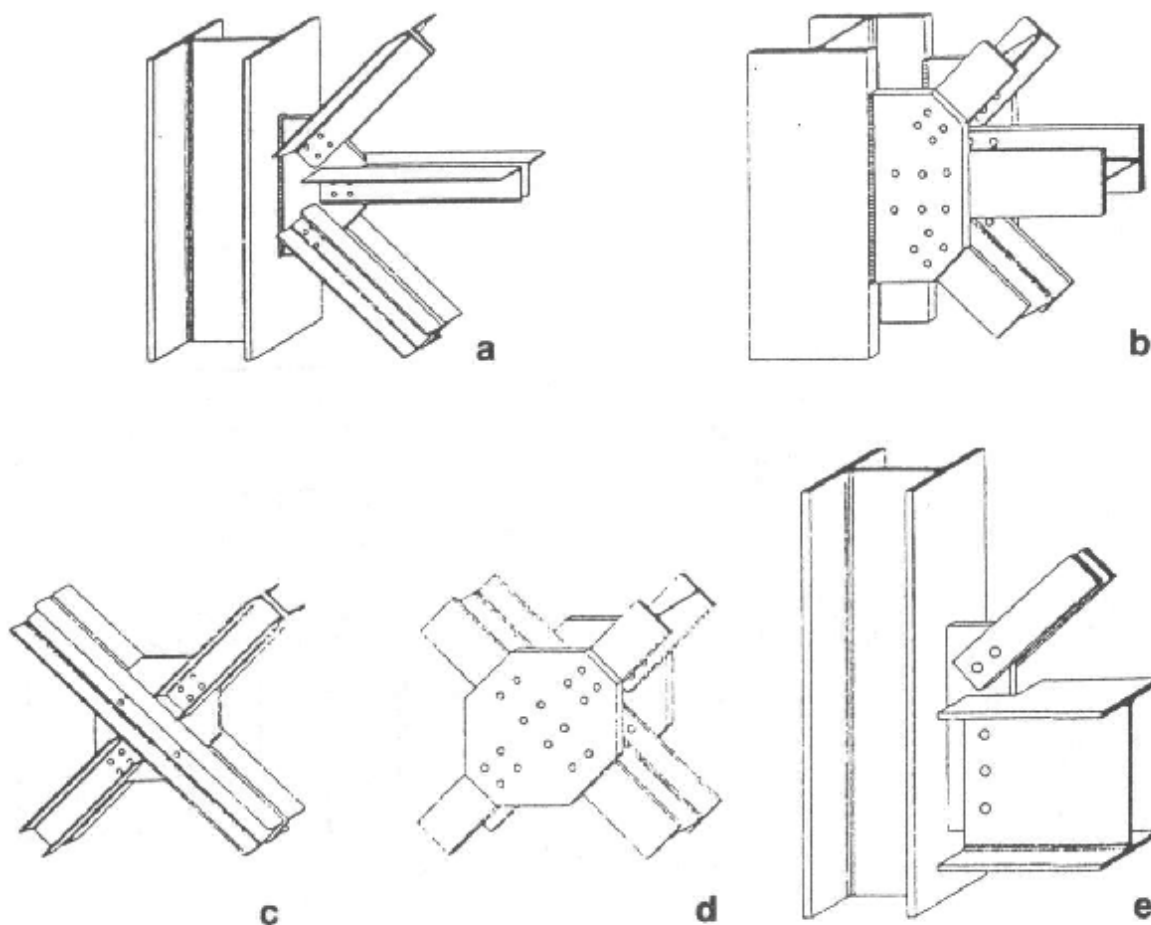


SCHEMĂ DE DISPUNERE A CONTRAVÎNTUIRILOR LA O STRUCTURĂ DE ACOPERIRE

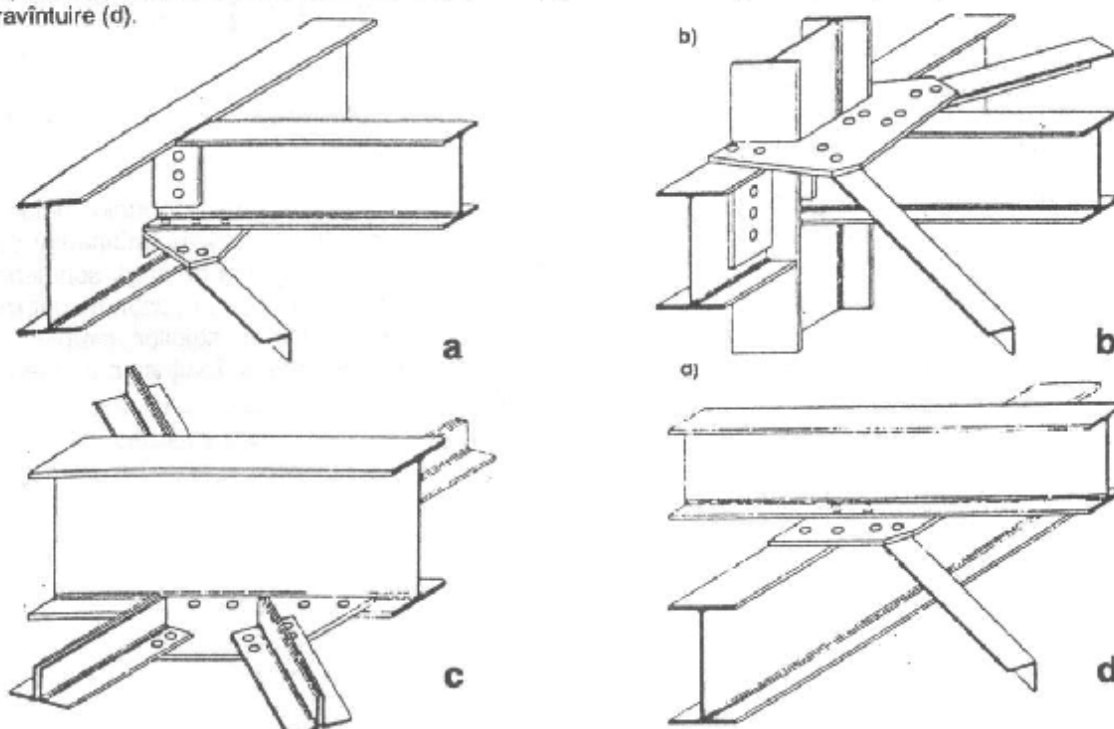


DETALII DE ÎMBINARE LA CONTRAVÎNTUIRILE VERTICALE - exemple

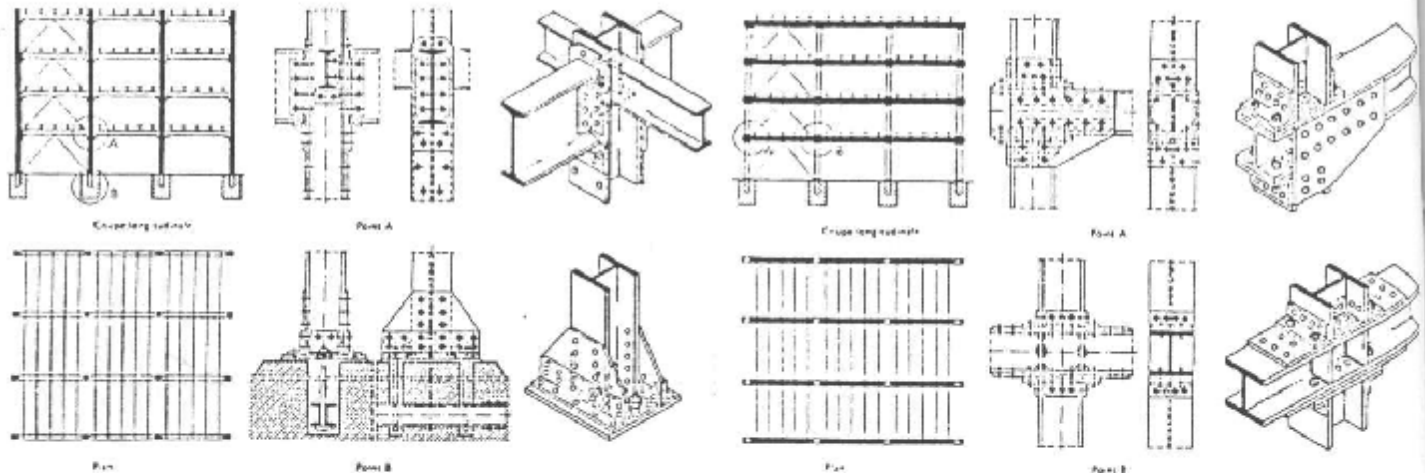
Îmbinare între bare de contravîntuire și stîlp (a, b); Îmbinare între bare în cruce (c, d); Îmbinare între stîlp, grindă și bară de contravîntuire (e)

**DETALII DE ÎMBINARE LA CONTRAVÎNTUIRILE ORIZONTALE - exemple**

Îmbinare între grindă principală, grindă secundară și bară de contravîntuire (a); Îmbinare între stîlp, grinzi și bară de contravîntuire (b); Îmbinare între bare de contravîntuire și grindă (c); Îmbinare între grindă principală, grindă secundară și bară de contravîntuire (d).

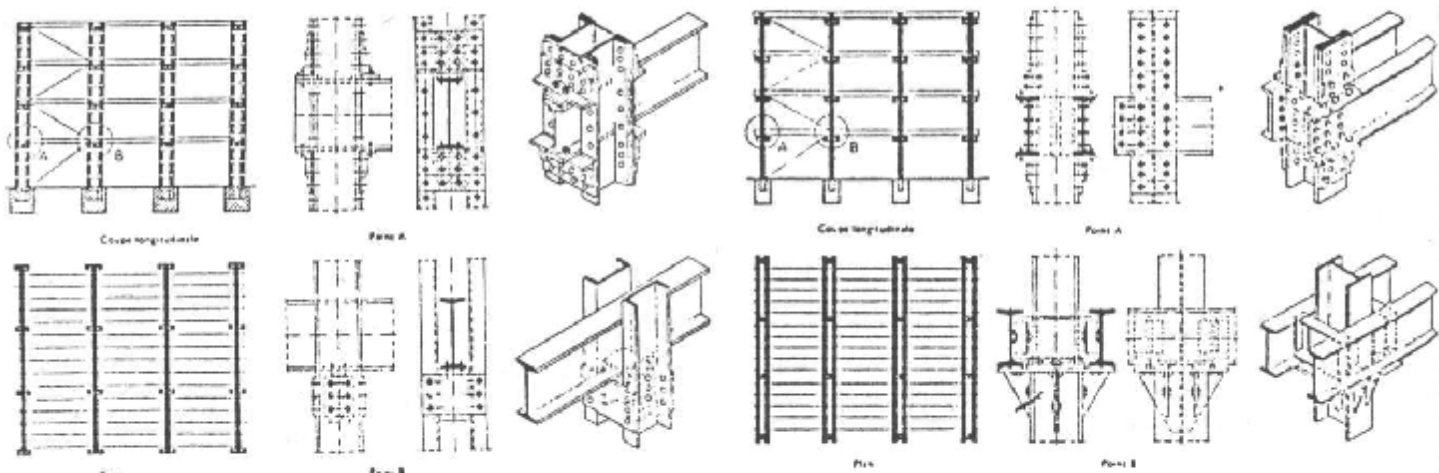


SCHEME STRUCTURALE



[1] SCHELET ARTICULAT CU STILPI CONTINUI;
PLANȘEE SIMPLU REZEMATE.

[2] SCHELET ARTICULAT CU GRINZI CONTINUI;
PLANȘEE SIMPLU REZEMATE.

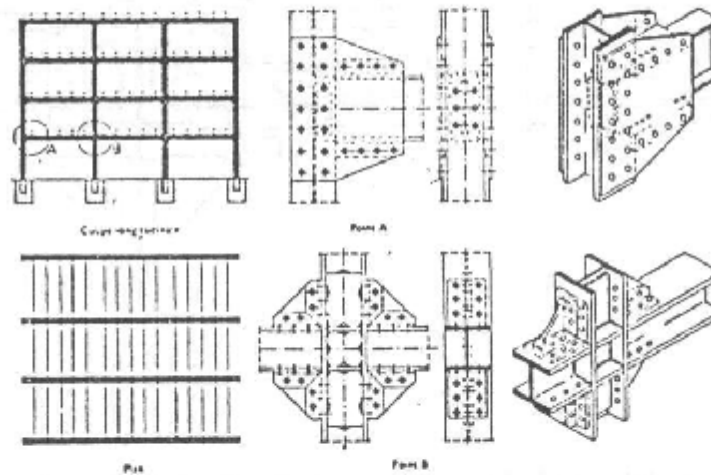


[3] SCHELET ARTICULAT CU STILPI ȘI GRINZI
CONTINUI / STILPI DUBLI; PLANȘEE SIMPLU
REZEMATE.

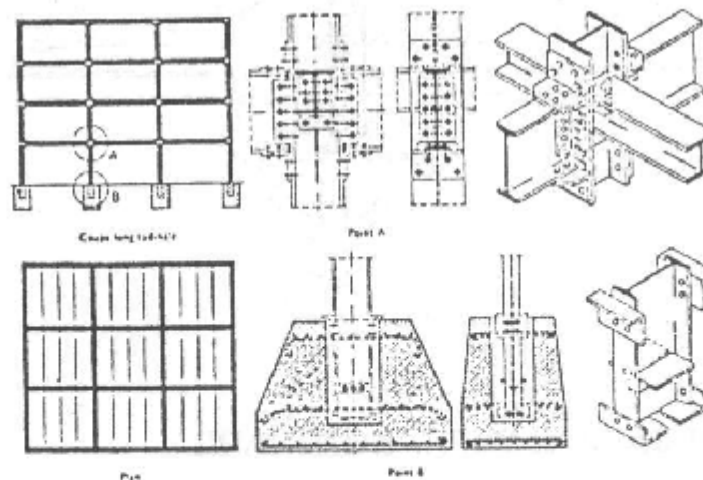
[4] SCHELET ARTICULAT CU STILPI ȘI GRINZI
CONTINUI / GRINZI DUBLE; PLANȘEE SIMPLU
REZEMATE.

[1 - 4] Secțiunile și săgețile grinzilor rezultă mai mari decât în cazul nodurilor rigide (cu rezemare prin încastrare). Secțiunile stîlpilor sunt mai mici decât cele necesare în cazul îmbinărilor cu încastrare. Atunci cînd raportul L/H este mic (L = deschiderea grinzilor și H = înălțimea de etaj), scheletele articulate rezultă mai ușoare decât cele cu noduri rigide. Variantele [2], [3] și [4] cu grinzi continui sunt mai economice decât varianta [1]. Avantaje: montaj simplu; calcul de stabilitate a stîlpilor simplu (static determinați). Dezavantaje: profilele grinzilor cu înălțime mai mare determină înălțimi mai mari de etaj; ca atare încărcarea totală a construcției devine mai mare.

SCHEME STRUCTURALE



[5] SCHELET RIGID PLAN, CU STILPI ȘI GRINZI CONTINUI; PLANȘEE SIMPLU REZEMATE.

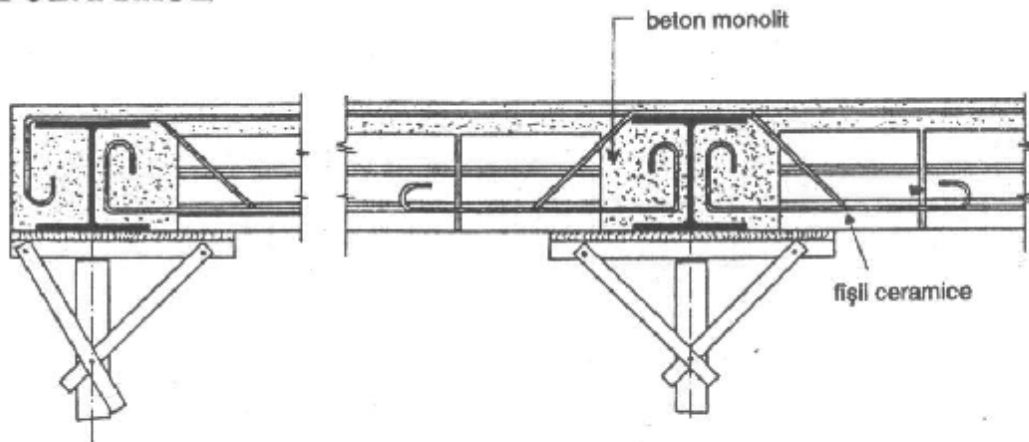


[6] SCHELET RIGID TRIDIMENSIONAL, CU STILPI, GRINZI ȘI PLANȘEE CONTINUI.

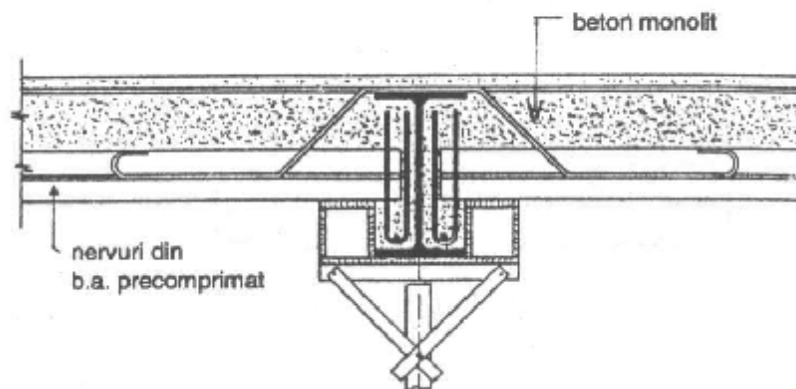
[5 - 6] Îmbinările între grinzi și stâlpi sunt rigide (încăstrări); stâlpii sunt încestrați în fundații. Ansamblul sistemului rezultă multiplu static nedeterminat, ca atare calculele de stabilitate sunt complicate. Atunci cînd *raportul L/H este mare* (L = deschiderea grinzilor și H = înălțimea de etaj), scheletele rigide rezultă mai ușoare decît cele articulate. Secțiunea grinzilor e mai mică decît în cazul scheletelor articulate, deci înălțimea de etaj și încărcările totale rezultă mai mici. Varianta [6] este mai economică decît varianta [5]; implică însă calcule foarte complicate.

PLANȘEE

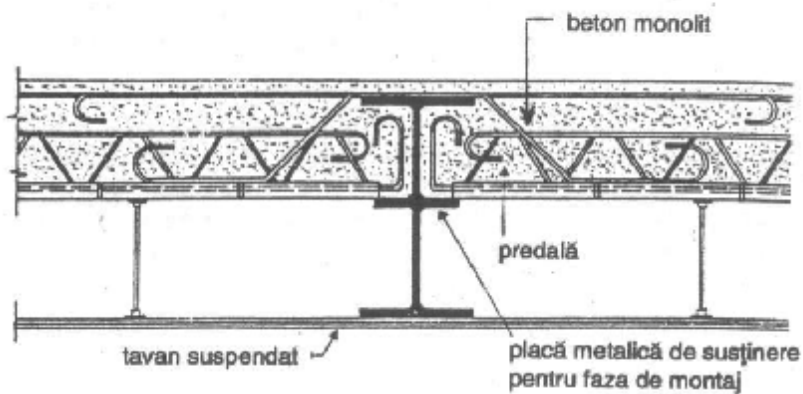
PLANȘEE CERAMICE



PLANȘEE CU NERVURI DIN BETON ARMAT PRECOMPRIMAT

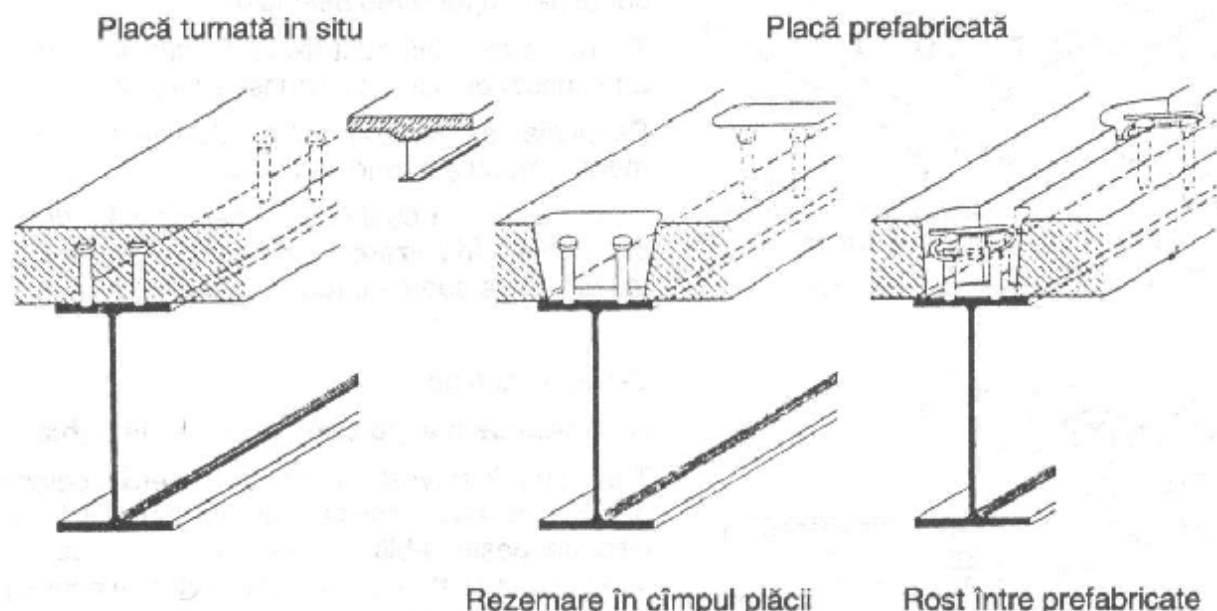


PLANȘEU CU PREDALĂ ȘI SUPRABETONARE



PLANȘEE CU PLACĂ DE BETON ARMAT

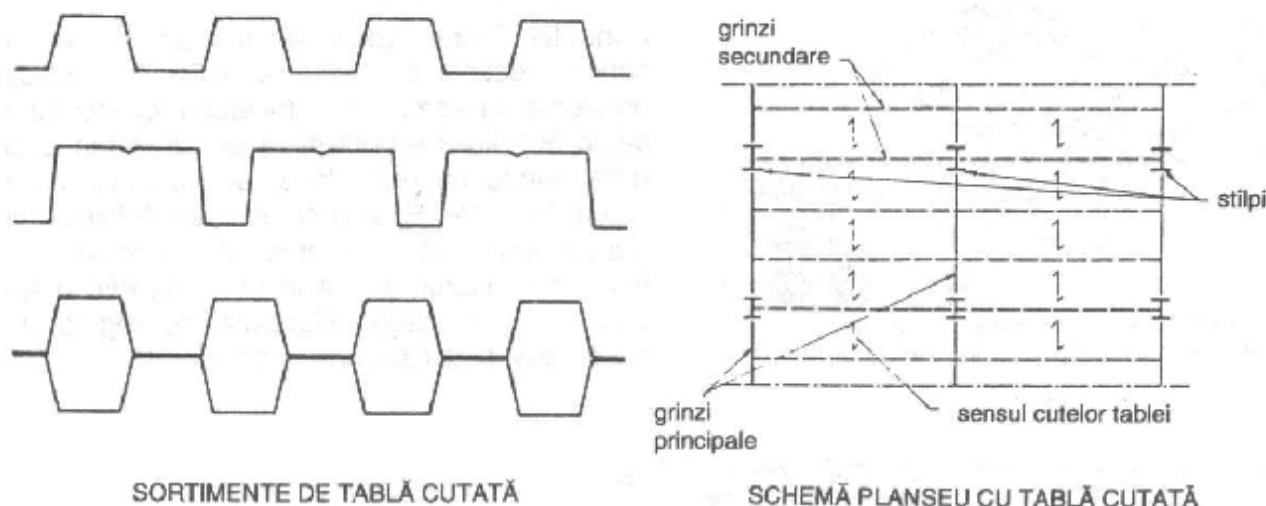
Profilul de oțel al grinzii poate fi complet înglobat în beton, sau poate ieși în afara părții inferioare a plăcii; conlucrarea dintre placa de b.a. și grinda metalică se realizează prin prevederea unor legături cu gujoane metalice care să împiedice alunecarea reciprocă între cele două elemente.



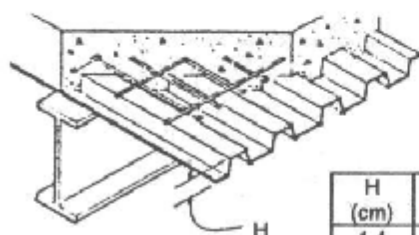
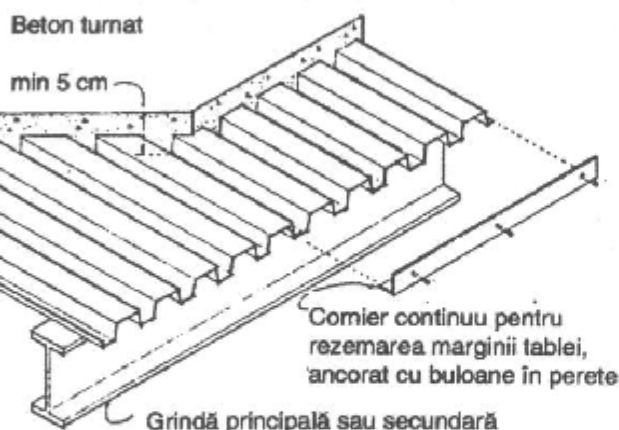
PLANȘEE CU TABLĂ CUTATĂ

Sunt constituite din tablă de oțel cu grosimi de 0.5 - 1.5 mm, formată la rece, și o dală de beton turnată peste tablă; funcție de deschidere, tabla cutată reazemă fie direct pe grinzile principale, fie pe grinzi secundare (v. schema de mai jos). Tabla este zincată, ceea ce îi asigură o protecție suficientă în condiții de umiditate normală.

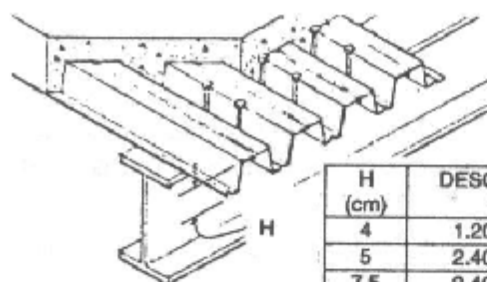
Pentru forme, înălțimi, lungimi, accesorii, finisaje, precum și deschideri admise, trebuie de regulă consultată documentația producătorului.



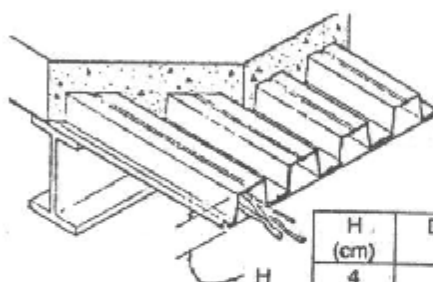
PLANȘEE CU TABLĂ CUTATĂ



H (cm)	DESCHIDERI (m)
1.4	0.45 - 0.90
2.5	0.90 - 1.50
5.0	1.50 - 3.60



H (cm)	DESCHIDERI (m)
4	1.20 - 2.40
5	2.40 - 3.60
7.5	2.40 - 4.50



H (cm)	DESCHIDERI (m)
4	1.80 - 3.60
5	1.80 - 3.60
7.5	3.00 - 5.00

NOTĂ: Dimensiunile date au caracter orientativ; valorile exacte se obțin din documentația producătorului.

Cutarea crește rigiditatea tablei și deschiderea pe care o poate acoperi; tabla cutată servește ca platformă de lucru în timpul execuției și drept cofraj pentru turnarea betonului.

Panourile de tablă sunt fixate de grinzile suport prin puncte de sudură pătrunse prin tablă.

Panourile se îmbină între ele de-a lungul marginilor, cu șuruburi sau suduri.

Dacă placa trebuie să servească drept diafragmă (rigidizare) orizontală, perimetrul tablei trebuie sudat de reazemele din oțel.

Există 3 variante:

A. Placă de b.a. cu cofraj pierdut din tablă

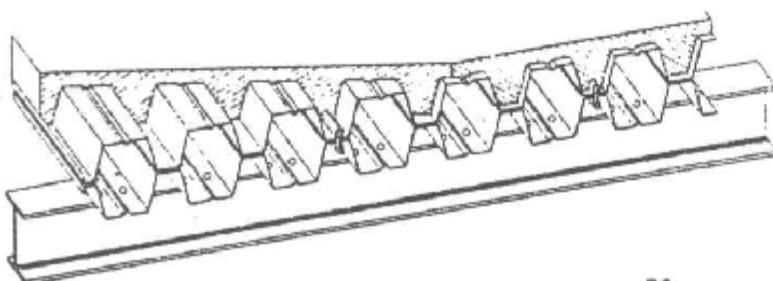
Tabla cutată servește drept cofraj pierdut pentru o placă de b.a.; înaintea turnării betonului, se dispune peste tablă o rețea de bare sudate; tabla cutată susține betonul până când acesta se întărește și dobândește capacitate portantă.

B. Placă mixtă oțel - beton

Tabla cutată servește ca armătură (capabilă să preia întinderile) a plăcii de beton; aderența între tablă și beton trebuie asigurată mecanic (striuri în tablă, gujoane). Conlucrarea cu grinzile metalice se realizează cu gujoane de oțel sudate prin tablă de profilul grinzii.

C. Placă alveolară

Sunt plăci foarte ușoare, relativ scumpe, ce pot acoperi deschideri până la 4.50 m. Ridică probleme în cazul unor încărcări concentrate peste 300 kg. Se realizează prin sudarea unei table cutate de una plană, sau a două table cutate între ele. Spațiul creat poate fi folosit ca traseu pentru cabluri electrice și de comunicații; în anumite cazuri alveolele pot fi folosite drept canale de ventilație. Necesită de regulă un plafon suspendat absorbant fonic.



Planșee cu tablă cutată pentru acoperiș:

În cazul planșeelor de acoperiș, betonul poate fi suprimat și izolația termică așezată direct pe tabla cutată, rezultând o alcătuire foarte ușoară dar cu slabă inerție termică și izolare acustică. În general necesită contravîntuire orizontală complementară.

➤ GRINZILE SECUNDARE

Alegerea grinzilor secundare este dictată pe de o parte de considerente de ordin static (deschideri, încărcări, săgeată admisibilă) și, pe de altă parte, de exigențe privind traseele instalațiilor și finisajele (grinzi aparente sau tavan suspendat).

Pot fi realizate din:

- profile laminate
- profile de tablă subțire
- grinzi în zăbrele

□ GRINZI DIN PROFILE LAMINATE

- Profile cu înălțimea minimă

Grinzi H (profil unic sau compus din table groase sudate)

Posibilități limitate de realizare a unor străpungeri prin 'inimă' (max $h/3$). Existența unor trasee orizontale de instalații presupune de regulă prevederea unui spațiu sub grinzi, mascat de un tavan suspendat.

Deschideri recomandate: max 6 - 7 m.

- Profile înalte

Grinzi I (profil unic sau compus)

Posibilități de decupare a sistematică a 'inimii' cu goluri hexagonale sau circulare (max $h/2$), sau grinzi 'expandate'. Golurile ușurează planșeul și permit trecerea unor trasee de instalații. Tavanul suspendat poate fi poziționat la limita tălpii inferioare, cu prevederea unor profile speciale (tablă zincată, lemn) pentru fixare.

Deschideri recomandate: max 9 m la planșee curente de clădiri etajate
max 16 m la planșee de acoperiș

□ GRINZI DIN PROFILE DE TABLĂ SUBȚIRE

Sunt profile deschise, obținute prin formarea la rece a tablelor subțiri. Pot avea inima perforată, ceea ce reduce greutatea grinzilor și permite trecerea cablurilor electrice și a unor țevi de instalații cu gabarit redus. Schema de planșeu este foarte asemănătoare planșeelor cu grinzi de lemn. Planșeele rezultate sunt economice, ușoare, necombustibile și protejate anticoroziv.

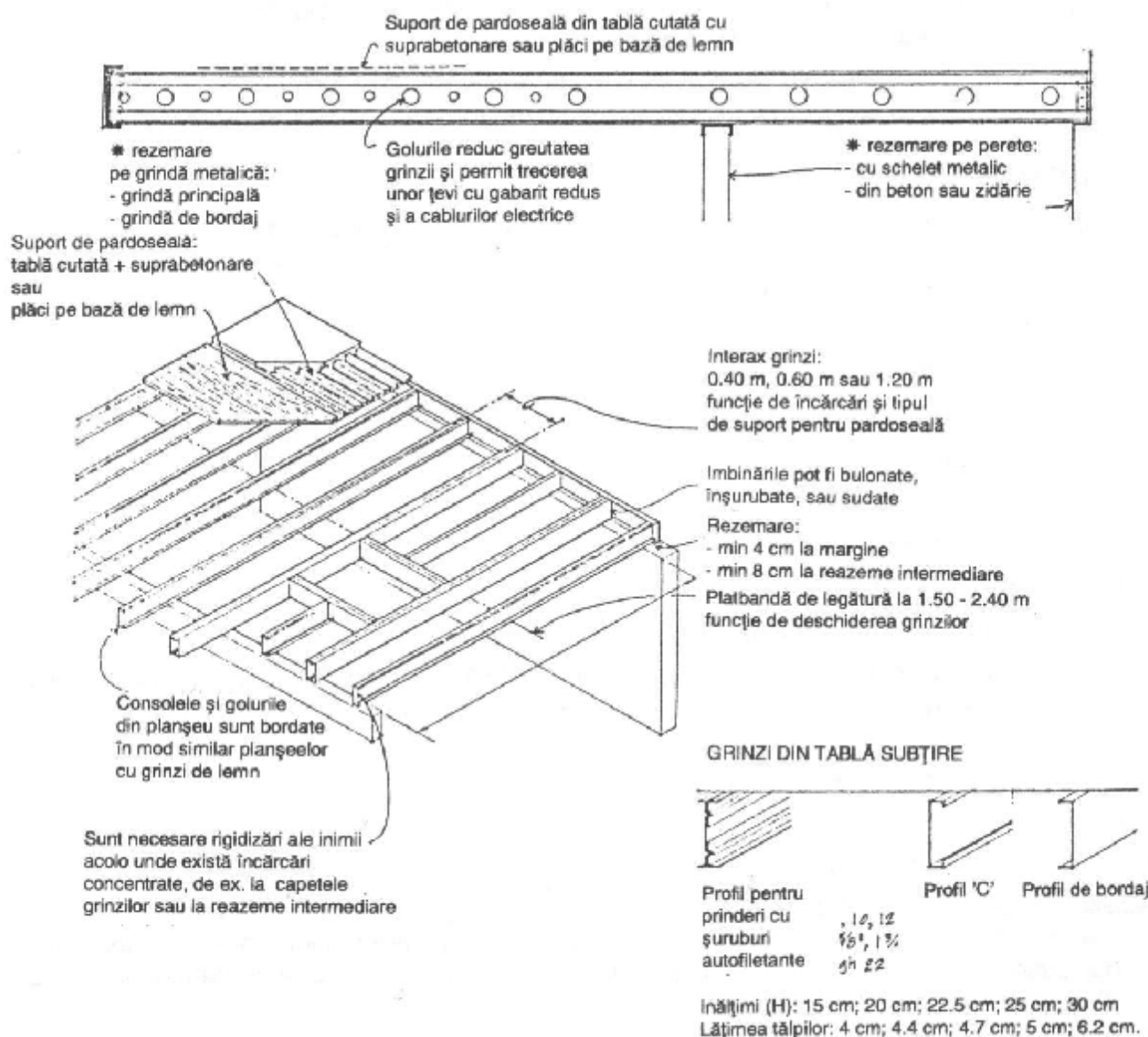
Deschideri recomandate: max 6 - 7 m.

□ GRINZI ÎN ZĂBRELE

Permit trecerea instalațiilor printre montanți și diagonale; sunt suficient de rigide dacă înălțimea grinzii atinge $1/10$ din deschidere; planșeele rezultate sunt ușoare și economice.

Deschideri recomandate: peste 10 m.

PLANȘEE CU GRINZI SECUNDARE DIN PROFILE DE TABLĂ SUBȚIRE

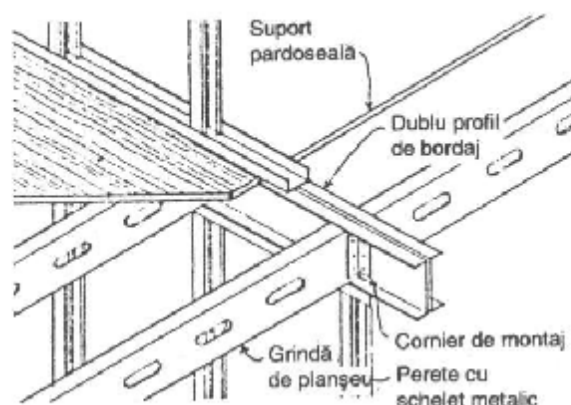


Tabelul următor poate fi folosit pentru o dimensionare preliminară, orientativă. Pentru dimensiunile exacte, detalii specifice, deschideri disponibile și încărcări admisibile, trebuie consultată documentația producătorului.

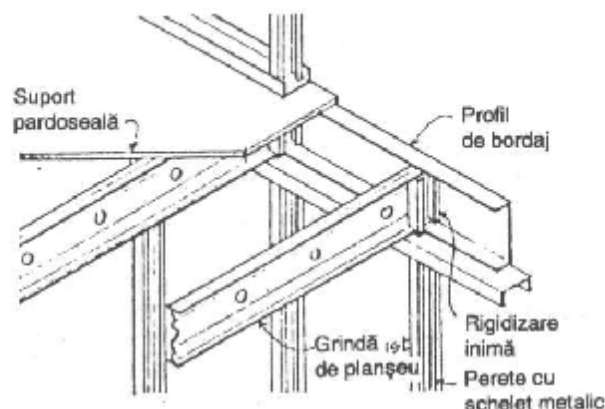
H profil (cm)	Interax (m)	Deschideri (m)						
		3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00	6.60
20 cm	0.40	Rb	Rb	Rb	Rb	Rb		
	0.60	Rb	Rb	Rb	Rb	Rb		
	1.20	Rb	Rb	Rb	Rb	Rb		
22.5 cm	0.40			Rb	Rb	Rb		
	0.60			Rb	Rb	Rb		
	1.20			Rb	Rb	Rb		
25 cm	0.40			Rb	Rb	Rb	Rb	Rb
	0.60			Rb	Rb	Rb	Rb	Rb
	1.20			Rb	Rb	Rb	Rb	Rb
30 cm	0.40						Rb	Rb
	0.60						Rb	Rb
	1.20						Rb	Rb

NOTĂ: Pentru un anumit profil, cu cât crește interaxul grinzilor și deschiderea, se reduc încărcările admisibile. Spre exemplu, considerând ca bază de comparație un planșeu cu profile de 20 cm la interax de 0.40 m și deschideri de 3.00 m, încărcarea capabilă se reduce la cca 1/4 în cazul majorării deschiderii la 5.40 m; în cazul în care se majorează interaxul la 1.20 m, păstrând deschiderea de 3.00 m, încărcarea capabilă se reduce la cca 1/3; în cazul în care se majorează și interaxul și deschiderea la 1.20 m și respectiv 5.40 m, încărcarea capabilă se reduce la cca 1/14.

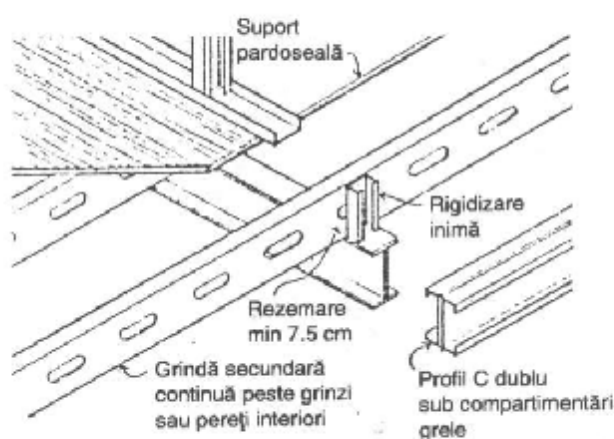
PLANȘEE CU GRINZI SECUNDARE DIN PROFILE DE TABLĂ SUBȚIRE



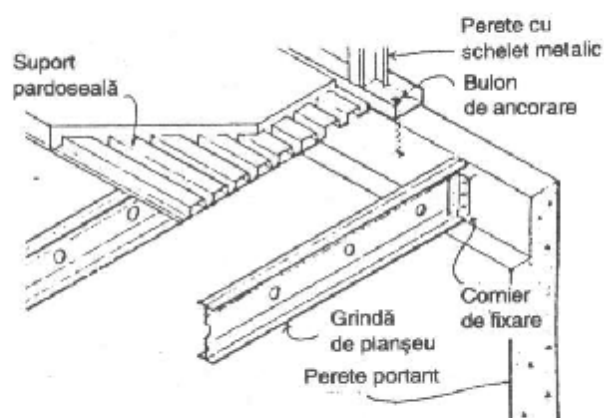
REZEMARE INTERIOARĂ



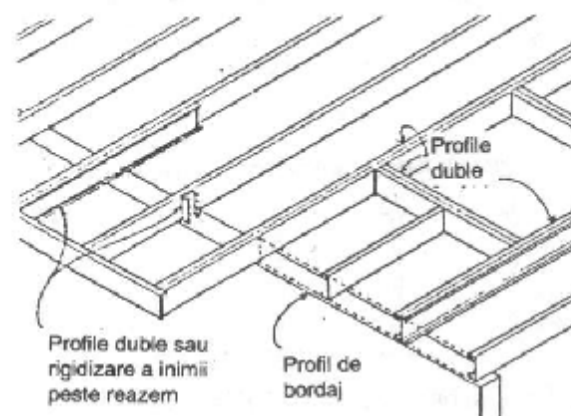
REZEMARE EXTERIOARĂ



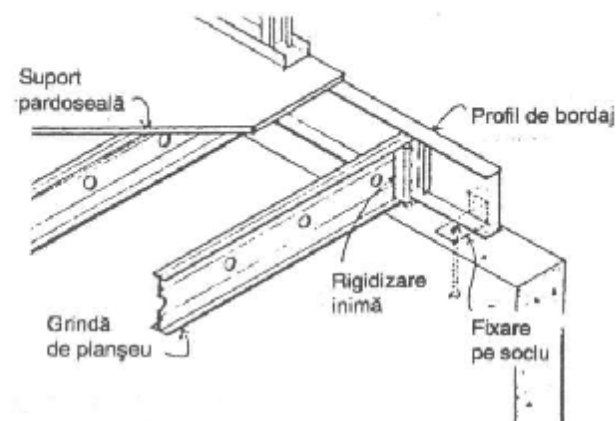
REZEMARE INTERIOARĂ



REZEMARE EXTERIOARĂ



PROEMINENȚE ȘI GOLURI IN PLANȘEU



REZEMARE EXTERIOARĂ

PLANȘEE CU GRINZI SECUNDARE ÎN ZĂBRELE

Sunt prefabricate în ateliere și, de regulă, sunt standardizate ca lungimi, înălțimi și capacități portante.

Standardizarea dimensiunilor impune utilizarea unei trame regulate.

Sistemul funcționează cel mai eficient în condiții de încărcare uniform distribuită.

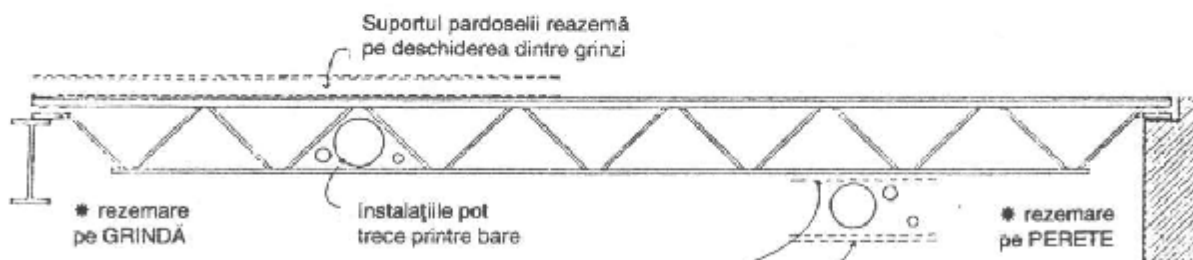
Condițiile de rezemare a tălpii superioare limitează consolele.

La deschideri peste 10 m constituie o alternativă economică.

Permit trecerea traseelor de instalații printre barele de inimă.



Plan planșeu (schemă)



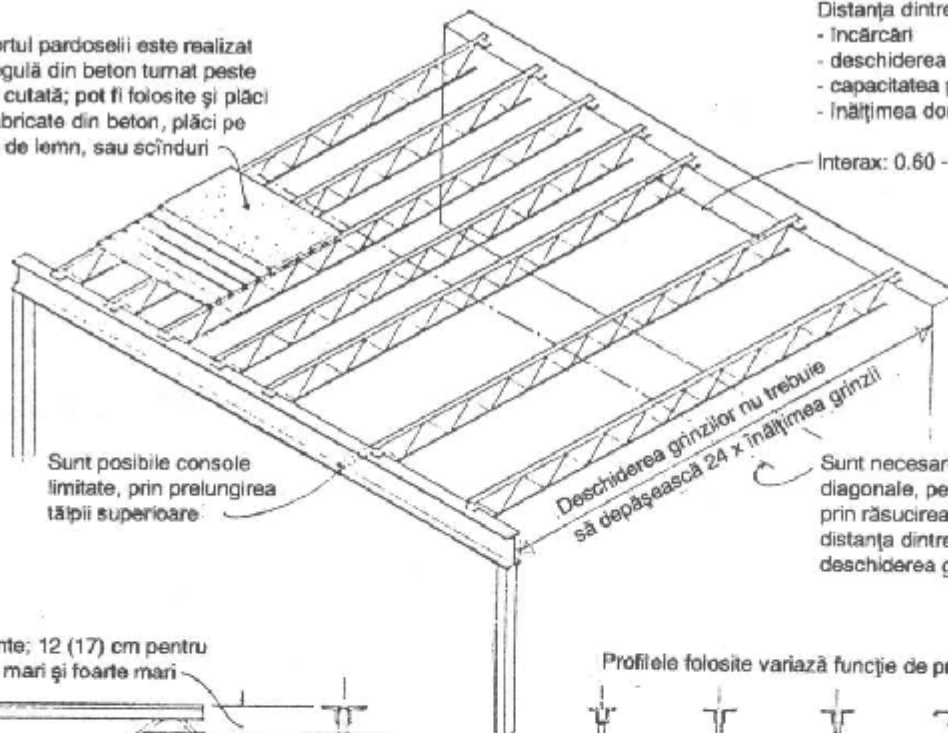
Tavanul poate fi adosat tălpii inferioare sau poate fi suspendat, dacă este necesar un spațiu suplimentar pentru instalații; tavanul poate lipsi, lăsând aparente grinzile

Suportul pardoselii este realizat de regulă din beton turnat peste tablă cutată; pot fi folosite și plăci prefabricate din beton, plăci pe bază de lemn, sau scânduri

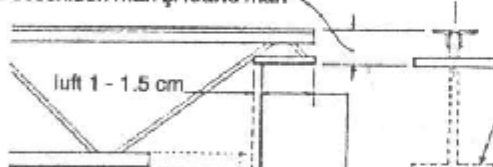
Distanța dintre grinzi depinde de:

- încărcări
- deschiderea suportului de pardoseală
- capacitatea portantă a grinzilor
- înălțimea dorită a planșeului

Interax: 0.60 - 3.00 m; curent 1.20



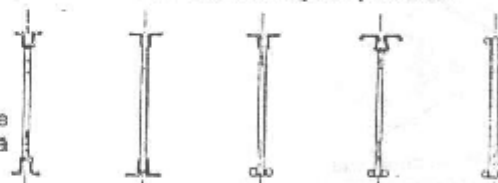
6 cm pt. grinzi curente; 12 (17) cm pentru grinzi cu deschideri mari și foarte mari



Prelungire pentru prinderea tavanului

Posibilă rezemare pe talpa inferioară

Profilele folosite variază funcție de producător



TIP DE REAZEM	LUNGIMEA MIN. DE REZEMARE funcție de tipul de grindă (L)	
	L curente	L mari / f.mari
Perete de zidărie	10 - 15 cm	15 - 30 cm
Perete de beton	10 cm	15 - 22 cm
Grindă metalică	6 cm	10 cm

TIPURI DE GRINZI	DESCHIDERI (L)	ÎNĂLȚIMI (H)
Curente	pînă la 18 m	0.20 - 0.75 m
Pt. deschideri mari	pînă la 30 m	0.45 - 1.20 m
Pt. deschideri foarte mari	pînă la 45 m	1.30 - 1.80 m

O grindă cu o anumită înălțime poate fi folosită la diverse deschideri - de ex. o grindă de 25 cm poate fi folosită la deschideri între 3.60 m și 6.00 m - dar capacitatea portantă a planșeului se reduce progresiv (în general se folosesc tabele de predimensionare - date de producător - ce cuprind înălțimea grinzii, deschiderea și încărcarea admisă)

PLANȘEE CU GRINZI SECUNDARE ÎN ZĂBRELE

Variante de realizare
a suportului de pardoseală

* Scânduri sau plăci pe bază de lemn;
fixare cu șuruburi autofiletante; talpă
superioară din profile de tablă sau profil
suplimentar fixat cu buloane de talpă.

* Plăci din beton prefabricat

* Beton turnat
peste tablă cutată

Aria de rezemare trebuie dimensionată
astfel încât eforturile unitare să nu depășească
valorile acceptabile pentru materialul pe care
reazemă grinda (se interpun plăci de distribuție)

Ancoră la fiecare 3 grinzi,
din bare de oțel $\varnothing 8$, $l = 20$ cm;
pentru deschideri mari și f.mari,
ancorare la fiecare grindă cu
 $\varnothing 16$, $l = 30$ cm.

Lungimea minimă
de rezemare funcție
de deschidere și tipul
de reazem (v. tabel)

Perete de cărămidă

Grindă de oțel

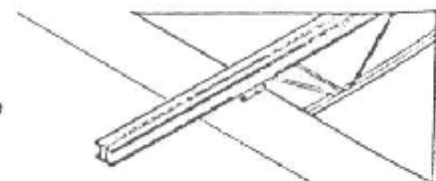
Fixare cu sudură sau buloane

Piese de legătură sudate sau bulonate,
pentru fixarea cornierelor de peretele de zidărie
sau grinda de margine



GOLURI ÎN PLANȘEU:

Golurile mici pot fi realizate
cu bordaj din corniere rezemate
pe grinzi învecinate.
Golurile mai mari necesită
bordaj din elemente structurale.



CONSOLE:

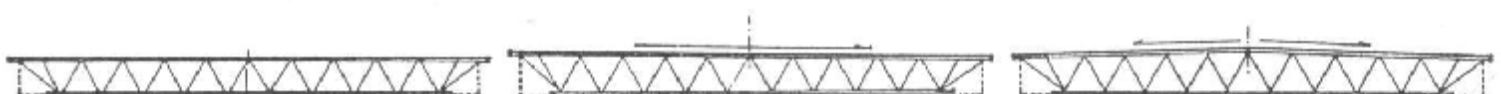
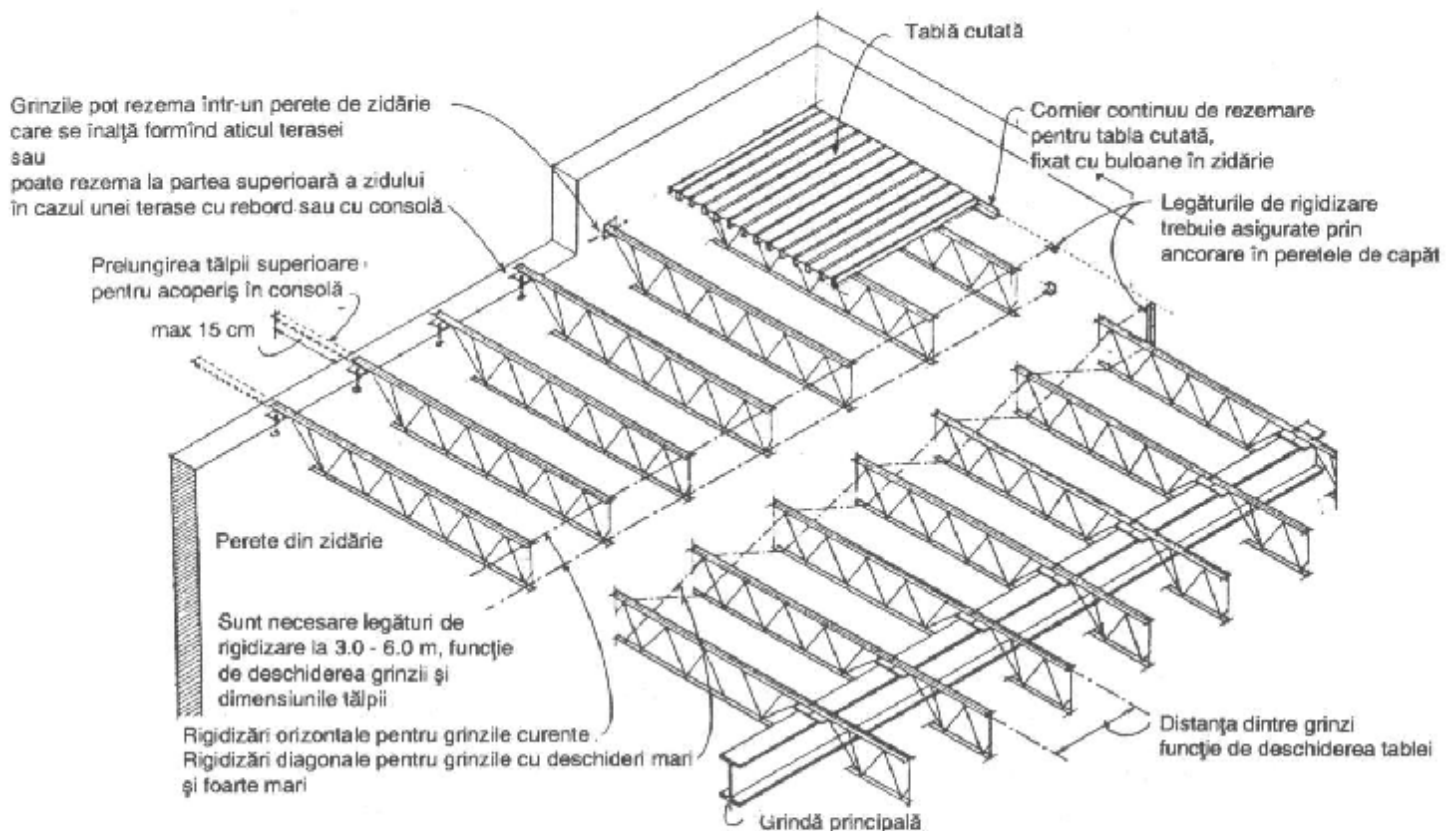
Prolungirea profilelor L sau U permite realizarea
unor mici console. Pentru grinzi curente, consola
poate atinge 1.50 - 1.80 m, cu încărcări limitate.

PLANȘEE DE ACOPERIȘ CU GRINZI SECUNDARE ÎN ZĂBRELE

Sistemul de acoperiș plat (în terasă) cu grinzi în zăbrele este similar ca schemă generală cu sistemul de planșeu curent ce folosește grinzi în zăbrele.

Pentru a rezista la o potențială acțiune ascendentă a vântului, fiecare grindă trebuie asigurată prin ancorare la suport. De asemenea, tabla cutată ce realizează suportul continuu al învelitorii trebuie asigurată prin fixare de suport cu suduri în puncte sau prinderi mecanice.

Peste tabla cutată se poate turna beton (eventual beton ușor, termoizolant) sau se poate dispune direct o termoizolație în plăci rigide, înaintea aplicării hidroizolației. Pentru a oferi o suprafață cât mai mare de rezemare a termoizolației rigide, este bine ca tabla să aibă cutele cu fața superioară lată și netedă; dacă tabla are striuri de rigidizare, termoizolația trebuie fixată cu prinderi mecanice.



TĂLPI PARALELE

Panta de scurgere poate fi obținută prin înclinarea grinzilor sau prin variația grosimii termoizolației

TALPA SUPERIOARĂ CU O PANTĂ

TALPA SUPERIOARĂ CU DOUĂ PANTE

Producția standardizată include grinzi cu deschideri mari și foarte mari, cu una sau două pante.
Panta standard: 1 cm / m

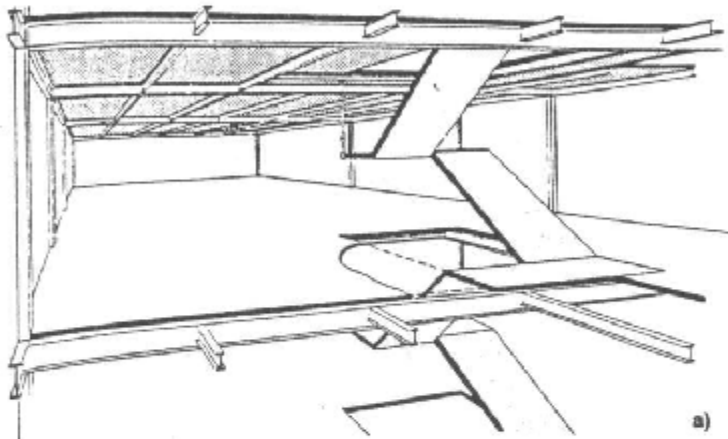
PLANȘEE DE ACOPERIȘ CU GRINZI SECUNDARE ÎN ZĂBRELE

În cazul pereților de atic, ancorare a fiecărei grinzi cu bare $\varnothing 8$ $l = 20$ cm (min); la grinzi cu deschideri mari, bare $\varnothing 16$ $l = 30$ cm (min) Rezemare min 10 - 15 cm (min 15 - 30 cm pentru grinzi cu deschideri mari) Copertină beton prefabricat sau metalică Profil de protecție Tablă cutată Talpa inferioară poate fi prelungită, pentru fixarea tavanului ATIC PERETE DE REZEMARE	Hidroizolație + protecție peste termoizolație rigidă Cornier de rezemare a tablei, ancorat în perete Rigidizările orizontale sunt sudate sau bulonate la corniere de capăt ancorate în perete PERETE DE MARGINE
La terase cu rebord, ancorare a fiecărei grinzi cu buloane $2 \times \varnothing 12$ mm; (la grinzi cu deschideri mari, $2 \times \varnothing 18$) Opritor și pazie din metal REBORD PERETE DE REZEMARE	Cornier de rezemare pentru marginea tablei Legături diagonale de rigidizare pentru grinzi cu deschideri mari Rigidizări orizontale fixate de un cornier ancorat în perete PERETE DE MARGINE
La rezemări pe grinzi de oțel, fixare cu buloane $\varnothing 12$ mm sau cordoane de sudură $l = 25$ mm (la grinzi cu deschideri mari, $2 \times \varnothing 18$ sau suduri 2×50 mm) Rezemare min 6 cm (min 10 cm la deschideri mari) REZEMARE PE GRINDĂ PRINCIPALĂ	Cornier de rezemare a panoului de atic Panou din piatră sau beton prefabricat PANOU DE ATIC

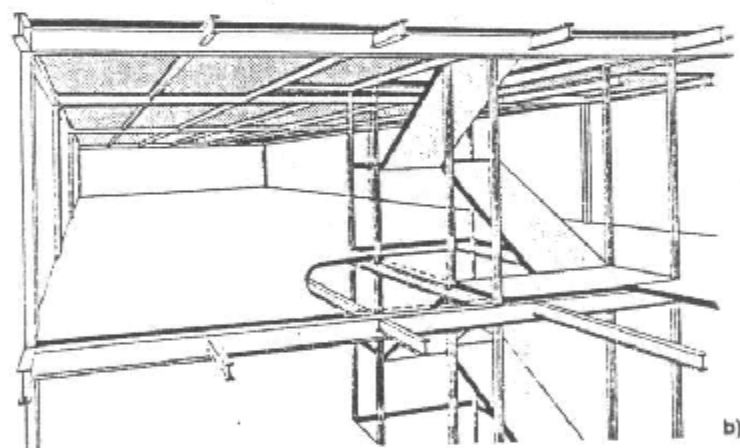
SCĂRI

SCARĂ CU RAMPE ȘI PODESTE DIN PLĂCI DE B.A.

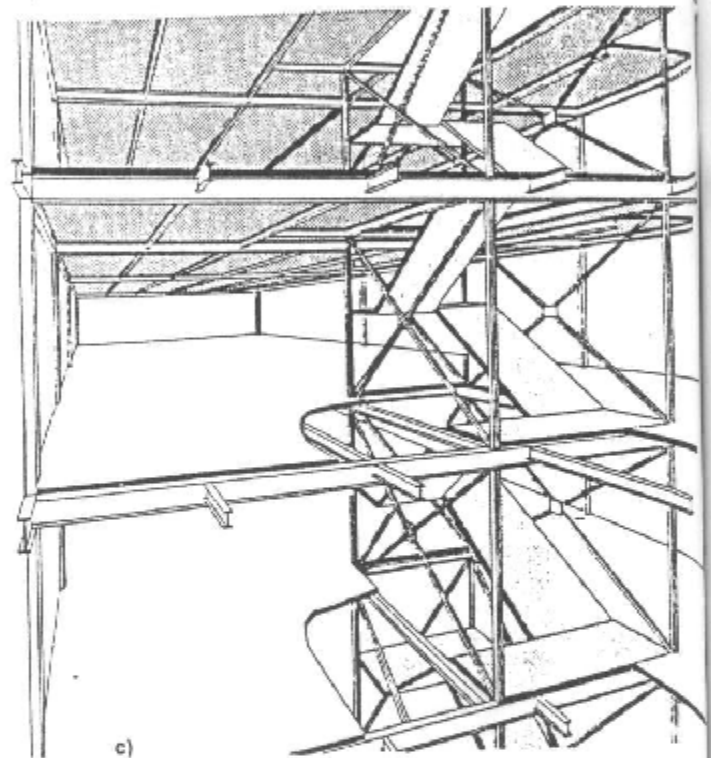
Golul scărilor este delimitat de grinzi de bordaj (grinzi curente sau grinzi suplimentare). a) Podest intermediar suspendat (scară liberă). b) Podest rezemat pe patru stâlpi; rampele reazemă pe podeste. c) Ansamblul rampe - podeste reazemă pe patru stâlpi ce delimitează nodul de circulație; rigidizare verticală cu contravînturi metalice în x.



a)



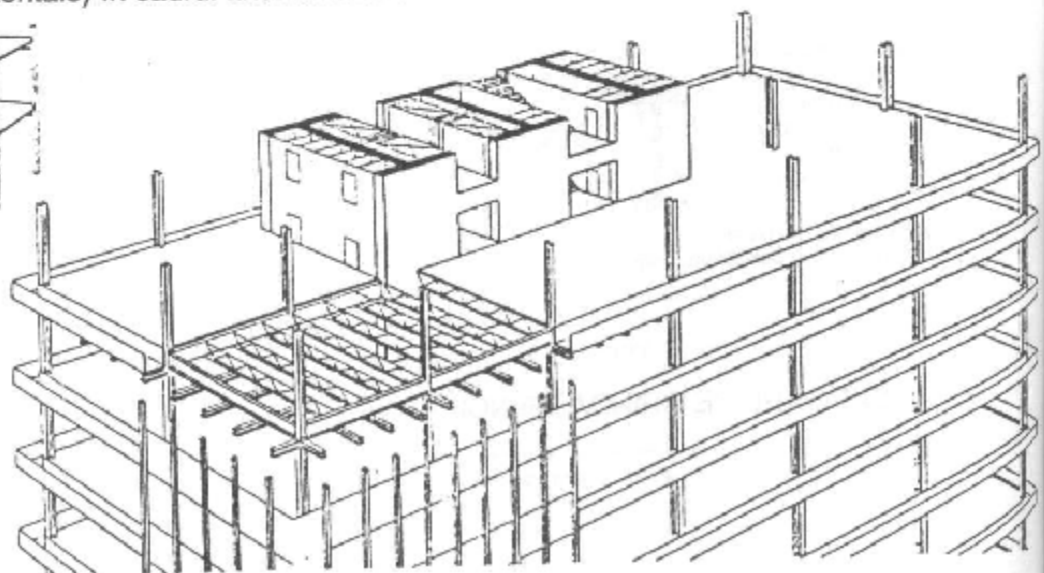
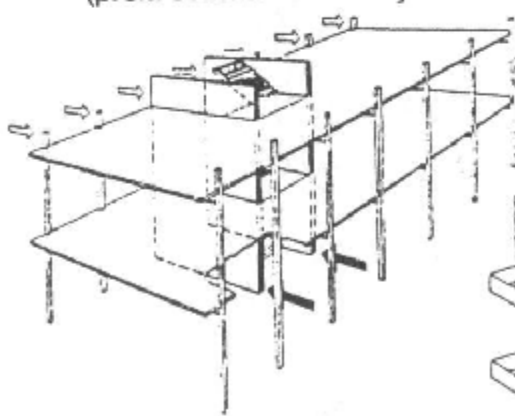
b)



c)

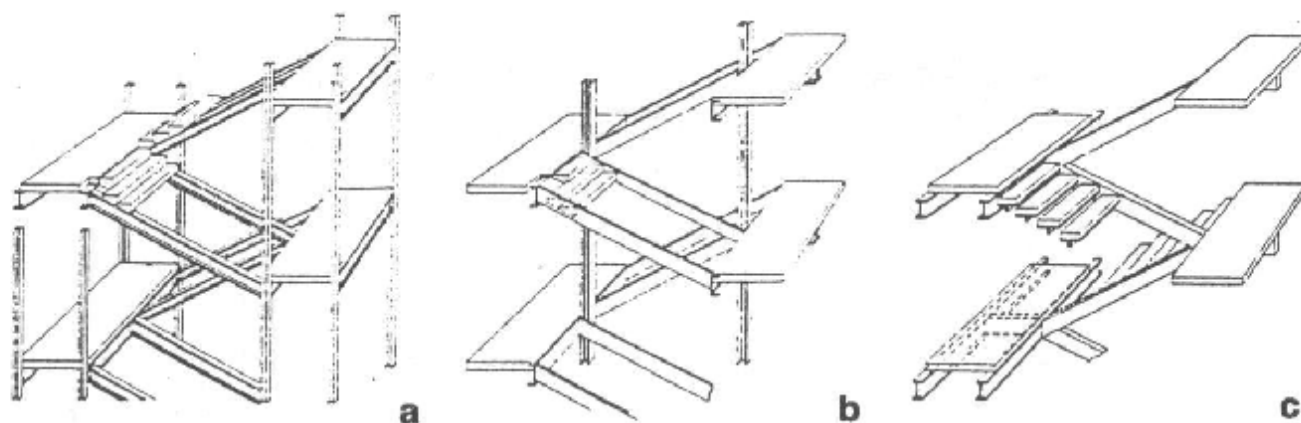
NOD DE CIRCULAȚIE CU PEREȚI RIGIZI

Întregul nod de circulație verticală este realizat din b.a. și are rol de contravîntuire verticală (preia solicitările din forțe orizontale) în cadrul ansamblului structural al clădirii.



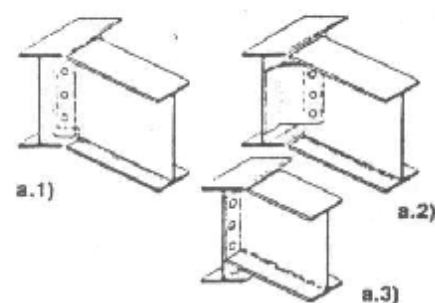
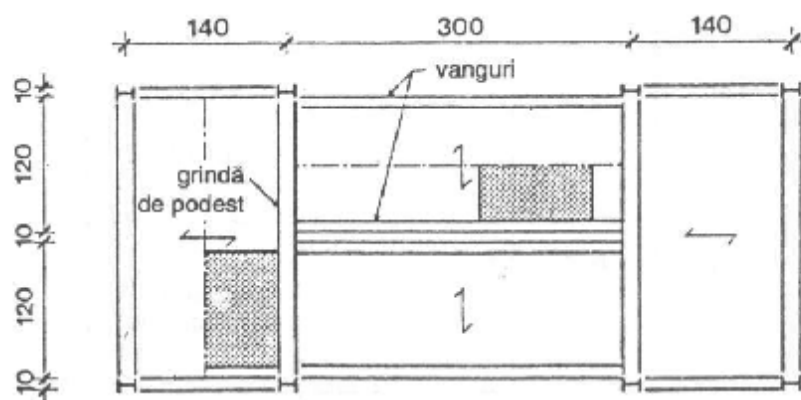
SCĂRI CU STRUCTURĂ PORTANTĂ DIN OȚEL

Scheme structurale

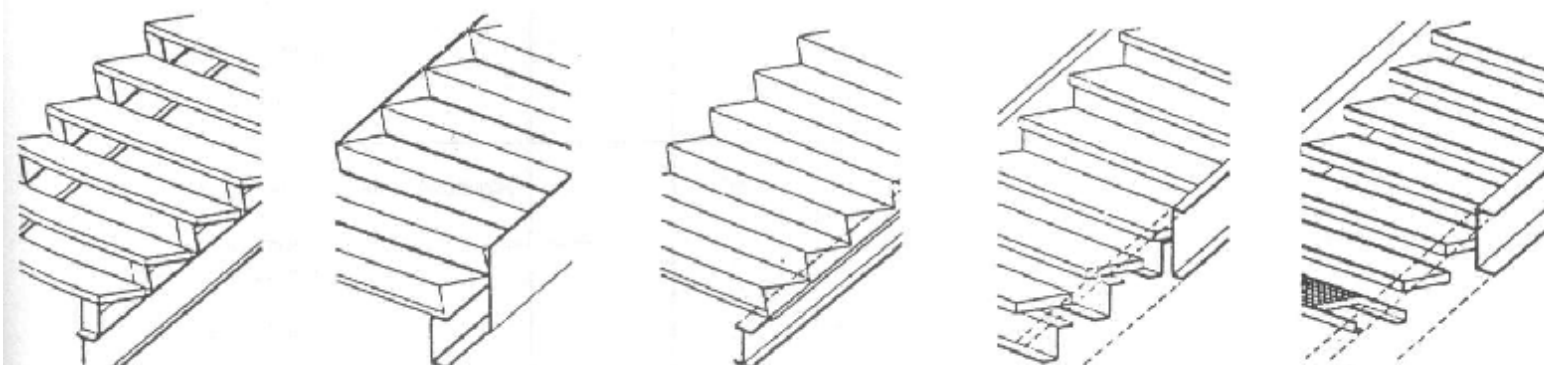


Plan structură pentru varianta (a) și detalii de îmbinare

Fiecare rampă este constituită din două grinzi laterale, numite grinzi de vang, care reazemă pe grinzi orizontale ale planșeului curent și ale podestului intermediar. Detalii de îmbinare între grinzi de vang și grinzi orizontale (a1, a2, a3).

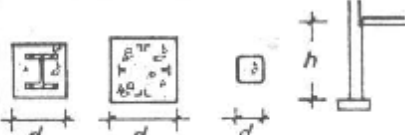
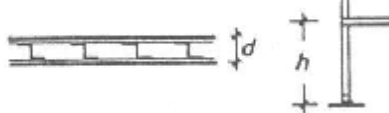
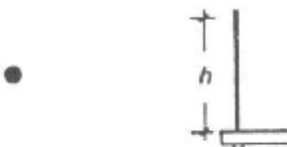


Exemple de alcătuire a rampelor

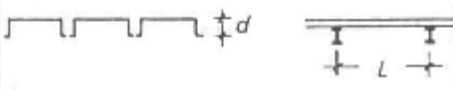
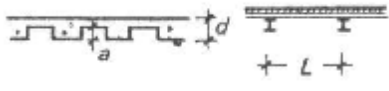
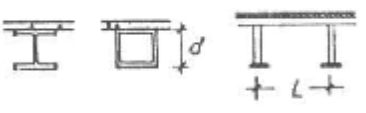
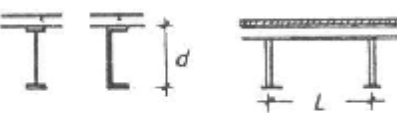
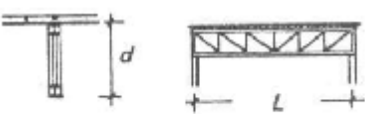
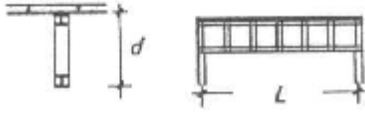
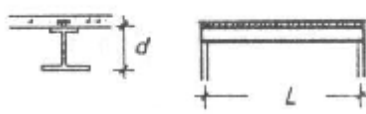


STRUCTURI DIN OȚEL (tabel de sinteză)

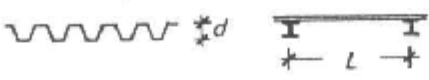
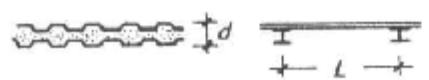
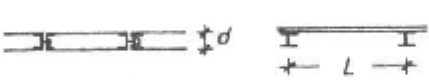
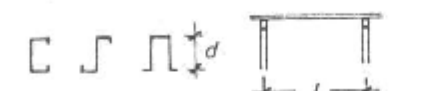
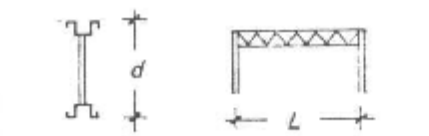
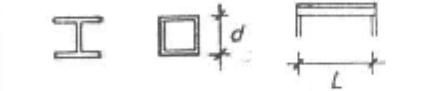
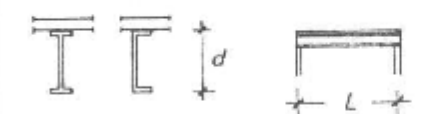
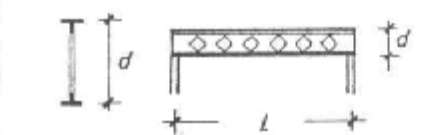
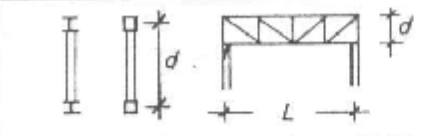
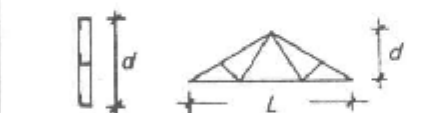
□ ELEMENTE PORTANTE VERTICALE

ELEMENT	SECȚIUNE ORIZONTALĂ ȘI ELEVATIE	Înălțimi uzuale [h] (m)	h/d între reazeme laterale	Factori critici pentru dimensionare	Observații
Laminate cu secțiune deschisă ➤ un nivel ➤ mai multe nivele		2-8 2-4	20-25 7-18	Flambaj ($h/d > 14$) Flambaj și compresiune ($h/d < 14$)	În general lamine standardizate Secțiuni speciale prin sudare. Îmbinări mai simple cu secțiuni deschise
Laminate cu secțiune închisă ➤ un nivel ➤ mai multe nivele		2-8 2-4	20-35 7-28	Flambaj ($h/d > 20$) Flambaj și compresiune ($h/d < 20$)	Secț. închise au supraf. expusă mai mică și rigiditate la torsiune mai mare decât secț. deschise cu aceeași greutate.
Stâlpi reticulari		4-10	20-25	Flambaj	Pentru stâlpi mai mari pot fi folosite alcătui reticulare
Stâlpi cu alcătuire mixtă oțel + beton		2-4	6-15	Flambaj și strivire ($h/d > 10$)	Betonul crește rigiditatea și rezistența la foc
Panouri din oțel cu schelet din profile de tablă formate la rece		2-8	15-50	Flambaj	Montanții din tablă de oțel pot forma scheletul portant și pentru plăci de ipsos, BAFS, sau plăci pe bază de lemn.
Tiranți din oțel de înaltă rezistență		1-40		Rigiditate axială	De regulă din bare pline, toroane sau cabluri. Barele au rezistență mai mică la întindere decât cablurile, dar sunt mai rigide.

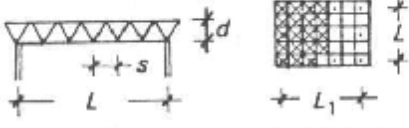
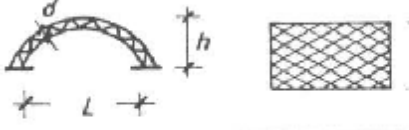
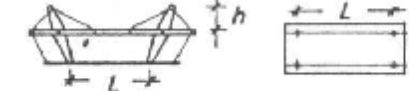
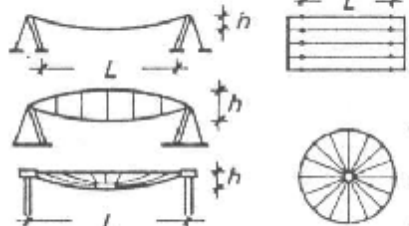
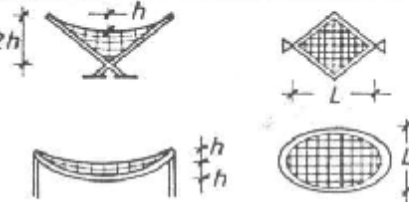
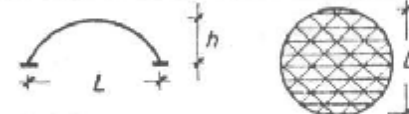
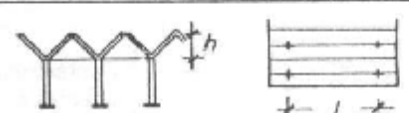
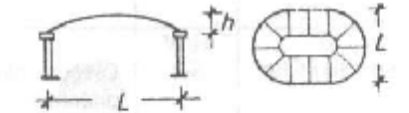
□ PLANȘEE INTERMEDIARE: GRINZI ȘI ELEMENTE DE SUPRAFAȚĂ

ELEMENT	SECȚIUNE ȘI ELEVATIE	Înălțimi uzuale [d] (mm)	Deschideri uzuale [L] (m)	L/d uzual	Factori critici pentru dimensionare / Observații
Elemente de suprafață din tablă		50-75	2-3	35-40	Deformabilitate (săgeata)
Tablă cutată cu suprabetonare	 $a = \text{cca } 40 - 80 \text{ mm}$	100-150	2-4	25-30	Deformabilitatea (săgeata) tablei - cofraj. Grosime beton pentru protecție la foc.
Profile laminate cu tălpi late		100-500	4-12	18-28	Deformabilitate (săgeata)
Profile laminate înalte		200-500	6-30	15-20	Săgeata Eforturi din încovoiere
Grinzi în zăbrele din laminate		1000-4000	12-45	8-15	Compresiunea axială a barelor Noduri Săgeata
Grinzi Vierendeel		1000-3000	6-18	4-12	Eforturi din încovoiere în bare în zona reazemelor Săgeata
Secțiune mixtă oțel + beton		300-1000	7-15	20-25	Mizează pe conlucrarea profil oțel - betonul din placă. Economie de oțel cca 25% față de secțiunile ce nu contează pe aportul betonului.

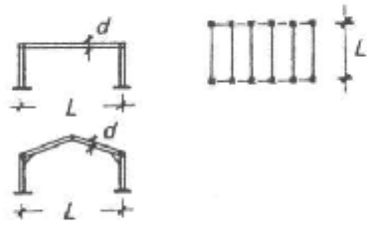
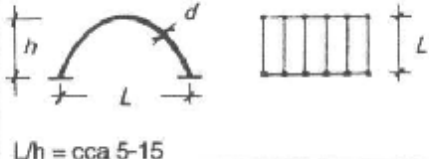
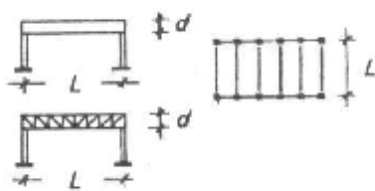
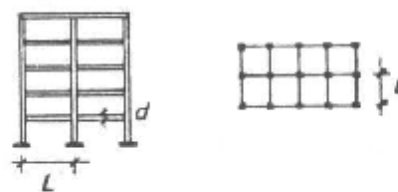
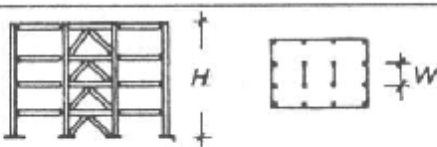
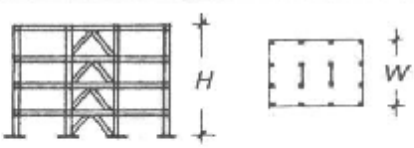
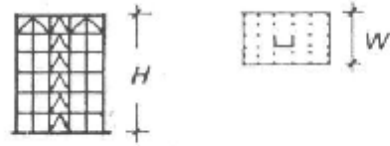
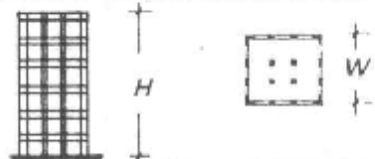
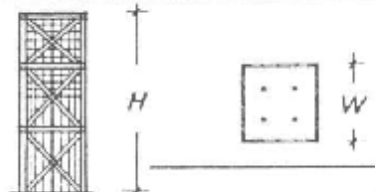
□ ACOPERIȘE: GRINZI ȘI ELEMENTE DE SUPRAFAȚĂ

ELEMENT	SECȚIUNE ȘI ELEVATIE	Înălțimi uzuale [d] (mm)	Deschideri uzuale [L] (m)	L/d uzual	Factori critici pentru dimensionare / Observații
Elemente de suprafață din tablă cutată		25-120	2-6	40-70	Deformabilitate (săgeata)
Panouri sandwich cu fețe din tablă		75	2-3	25-30	Panourile au izolație termică din spumă pe bază de rășini, injectată.
Panouri chesonate ranforsate, pe bază de fibre lemnoase		50-150	2-4	20-25	Săgeata Rezistența
Profile din tablă de oțel fasonată la rece		120-300	3-12	25-35	Săgeata Frecvent foarte flexibile după axa minoră
Grinzi în zăbrele din profile de tablă fasonată la rece		300-1000	5-20	15-25	Săgeata Flambaj
Profile lamine cu tălpi late		100-500	6-14	20-30	Săgeata
Profile lamine înalte		200-1000	6-60	18-26	Săgeata. Eforturile din încovoiere Voalarea tălpii superioare.
Grinzi 'expandate' din profile lamine			6-18	10-18	Voalarea inimii Forfecare
Grinzi în zăbrele din lamine	 Interax grinzi: uzual 6-12 m		12-75	10-18	Eforturile din încovoiere. Săgeata Grinzi arcuite pt. L > 25 m
Ferme din lamine			8-20	5-10	Frecvent realizate din corniere

□ ACOPERIȘE: SUPRAFEȚE CONTINUI

ELEMENT	SECȚIUNE ȘI PLAN	Deschideri uzuale [L] (m)	L/d L/h uzual	Observații
Rețea spațială plană, în 2 straturi	 $s = \text{cca } 1.4 \times d$; $s = \text{cca } 5-12\% \text{ din } L$ $L < L1 < 1.4 L$	30-150	L/d 15-30	Noduri articulate sau semirigide; lucrează ca o structură reticulară tridimensională. Geometria în plan se bazează pe o rețea rectangulară, triunghiulară sau hexagonală.
Boltă din rețea de bare		20-100	L/d 55-60	Bolțile pot fi alcătuite din 1 sau 2 straturi de rețea
Boltă cu suprafață ondulată		30-45	L/h 4-5	Două straturi de tablă ondulată cu termoizolație între ele
Grinzi de acoperiș susținute de cabluri		60-150	L/h 5-10	Susținerea grinzilor cu cabluri permite creșterea deschiderilor [L]
Acoperișe pe cabluri suspendate		50-180	L/h 8-15	Acoperișele au curbură pe o direcție (formă de 'jgheab') sau pe ambele direcții (formă de 'farfurie')
Rețea de cabluri cu bordaje rigide		30-180	L/h 6-12	Acoperișele au dublă curbură (formă de 'șa')
Cupolă din rețea de bare într-un strat		15-100	L/h 5-7	Cupolele cu rețea în 2 straturi acoperă deschideri pînă la 200 m.
Plăci cutate din 2 straturi de foi		9-30	L/h 10-20	Posibil foi într-un strat cu deschideri pînă la cca 25 m Deficiențe de regulă generate de îmbinări sau voalare
Paraboloid hiperbolic din 2 straturi de foi		9-30	L/h 6-12	Foile de tablă sunt așezate pe suprafața paraboloidului de-a lungul generatoarelor rectilinii și sunt ușor răsucite în secțiunea transversală
Membrane de oțel inoxidabil susținute de vînt		80-300	L/h 25-30	O valoare mică a raportului L/h determină subpresiunea vîntului asupra acoperișului și implică puține modificări de formă față de forma plată

□ SISTEME STRUCTURALE

ELEMENT	SECȚIUNE ȘI PLAN	Deschideri uzuale [L] (m)	L/d uzual	Observații
Cadre rigide cu un nivel		9-60	35-40	Cadrul este rigid în planul său Distanța uzuală între cadre: $L/4 - L/6$
Arce	 $L/h = \text{cca } 5-15$	60-150	40-50	Voalarea constituie frecvent un aspect critic. De regulă arcele au îmbinări articulate la bază; uneori au articulații și la cheie
Sisteme cu stâlpi și grinzi pe un nivel		6-40	12-20	Cadrul <i>nu</i> este rigid în planul său, ca atare sunt necesare rigidizări verticale
Cadre rigide multietajate		6-20	20-35	Deplasarea la vîrf și între nivele constituie frecvent un element critic. Noduri rigide între stâlpi și grinzi obținute prin sudare sau sudare + bulonare. Sistem economic pînă la cca 25 nivele
Contravîntuiri reticulare și cadre simple (articulate)		înălțimea uzuală [H]: 5-20 nivele	H/W 6-8	Cadrele nu sunt legate rigid de structura reticulară, care are rol de contravîntuire
Contravîntuiri reticulare și cadre rigide		H 10-40 nivele	H/W 3-4	Cadrele sunt legate rigid și interacționează cu structura reticulară. Cadrele asigură ductilitate în zone seismice.
Contravîntuiri reticulare și cadre rigide + suprastructură orizontală		H 40-60 nivele	H/W 5-7	Suprastructura reticulară orizontală reduce deplasările orizontale.
Tub periferic din stâlpi deși		H 30-80 nivele	H/W 5-7	Secțiunile alungite ale stîlpilor și grinziilor rigidizează scheletul în așa fel încît se comportă ca un tub perforat.
Tub periferic cu zăbrele diagonale		H 60-110 nivele	H/W 5-7	Diagonalele preiau încărcări orizontale și verticale și rigidizează scheletul.

PEREȚI DE ÎNCHIDERE

În cazul construcțiilor cu structură portantă de tip schelet din oțel, pereții exteriori sunt (cu rare excepții) **NEPORTANȚI**, ansamblul eforturilor rezultate din încărcări fiind transmis fundațiilor de către stâlpi; fațadele au deci doar rol de închidere și separare a mediului interior de cel exterior, și sunt 'purtate' de structura clădirii.

În general, funcție de materialele folosite, închiderile neportante pot fi realizate în două sisteme:

- ❑ **SISTEME UȘOARE** - așa numiții **PEREȚI CORTINĂ**, utilizând materiale cu greutate redusă (metal, sticlă, termoizolații eficiente); sunt sisteme prefabricate, cu montaj 'uscat'.
- ❑ **SISTEME GRELE** - utilizând pentru zonele opace materiale și alcătuiți similare celor utilizate în construcțiile masive; pot fi închideri realizate in situ (zidării), dar de cele mai multe ori sunt sisteme prefabricate: panouri într-un unic strat (ex. fișii de b.c.a. - folosite curent la construcții industriale) sau alcătuiți multistrat (ex. panouri prefabricate din beton, cu dublaj termoizolant); sistemele grele implică o **suprasarcină** semnificativă pentru structura portantă.

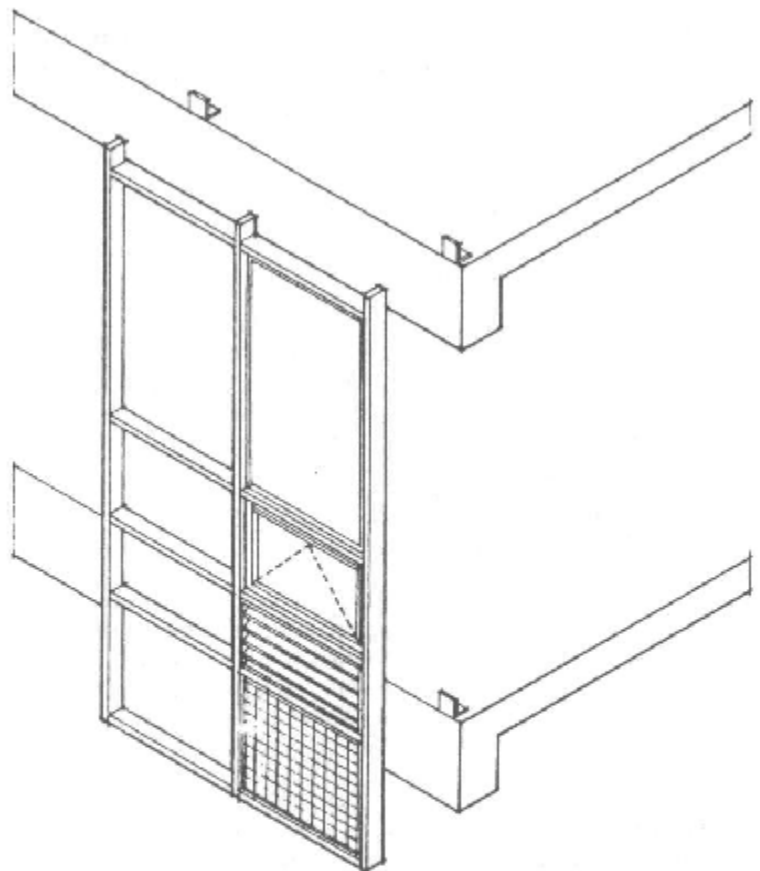
Fiind vorba de **fațade 'purtate'** de structura din oțel a clădirii - caracterizată ea însăși printr-o greutate redusă - apare firească tendința de a folosi de regulă alcătuiți de închideri relativ subțiri și cu greutate redusă, din **categoria pereților cortină**.

PEREȚI CORTINĂ

Un perete cortină este un perete exterior neportant, susținut de structura portantă a clădirii, fie ea din b.a. sau din oțel.

Peretele poate fi alcătuit din panouri preasamblate sau dintr-un raster metalic în ochiurile căruia sunt montate panouri de sticlă și/sau panouri opace.

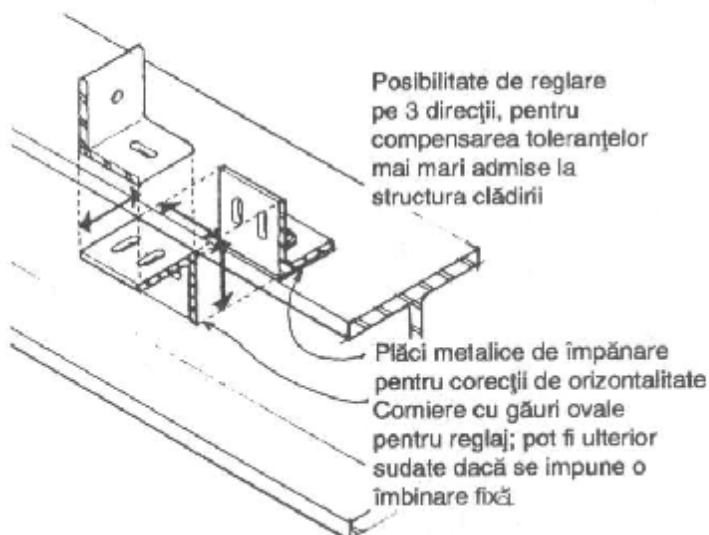
Deși simpli în teorie, construcția pereților cortină este complexă și implică atenție particulară în proiectare, testare și execuție; totodată este necesară o atentă coordonare între arhitect, inginer, și executant, pe de o parte, și producătorul experimentat în problematica specifică pereților cortină, pe de altă parte.



ACȚIUNI cărora pereții cortină trebuie să le facă față (= CRITERII DE PROIECTARE):

APA	Ploaia se poate aduna pe suprafața peretelui și, sub presiunea vântului, poate să intre prin cele mai mici deschideri. Vaporii de apă pot condensa, determinând acumulări de apă în interiorul peretelui. Prin rezolvări specifice de detaliu, această apă trebuie să poată fi evacuată către exterior.
VINTUL	Vântul poate crea presiune pozitivă sau negativă asupra peretelui, funcție de direcția sa, și în raport cu forma și înălțimea clădirii. Peretele trebuie să poată transmite orice solicitări din vânt către structura portantă a clădirii, fără a se deforma excesiv. Deplasările induse peretelui de acțiunea vântului trebuie anticipate la proiectarea rosturilor și sistemelor de prindere.
SOARELE	Lumina și strălucirea în spațiile interioare trebuie controlate fie prin sisteme de umbrire, fie prin folosirea sticlei reflectante sau colorate în masă. Razele ultraviolete pot cauza deteriorarea materialelor de etanșare din rosturi și a vitrajelor, ca și degradarea finisajele interioare.
TEMPERATURA	Variațiile zilnice și sezoniere de temperatură determină dilatarea și contractia materialelor din alcătuirea peretelui, în special a metalului. Rosturile și materialele de etanșare trebuie să poată prelua mișcările determinate de variațiile de temperatură. Pierderile de căldură trebuie limitate prin folosirea de panouri opace termoizolante, de geamuri termoizolante și folosirea de profile metalice cu rupere de punte termică.
INCĂRCĂRILE	Orice deformare a structurii clădirii sub încărcări nu trebuie să se transmită peretelui cortină; acțiunile seismice implică utilizarea unor îmbinări speciale, absorbante de energie.
FOCUL	Propagarea focului între nivele trebuie oprită prin închiderea cu materiale adecvate a spațiilor dintre perete și marginea planșeului. Normative specifice fixează cerințele privind rezistența la foc proprie a peretelui.

SISTEME DE PRINDERE



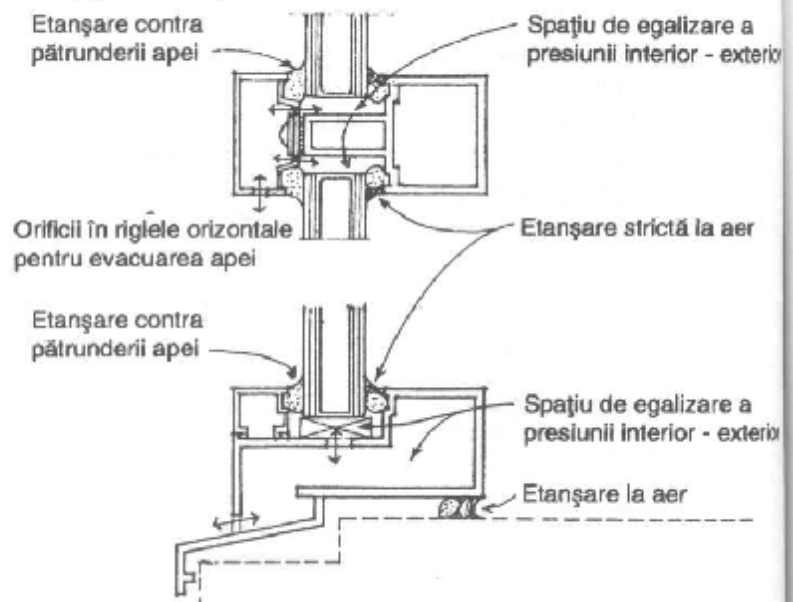
Anumite sisteme de prindere a peretelui cortină de structura clădirii sunt gândite să reziste unor încărcări din orice direcție. Altele sunt mobile și proiectate să reziste numai la acțiuni laterale din vânt. Aceste prinderi mobile au rolul de a regla deplasările diferențiate dintre peretele cortină și structura clădirii; deplasările diferențiate se pot produce datorită deformării structurii clădirii sub încărcări sau datorită reacției peretelui cortină la variațiile de temperatură.

Din motive de accesibilitate, prinderile la partea superioară a planșeului sunt preferabile.

ALCĂTUIRE DE DETALIU

Acumularea apei în interiorul peretelui poate fi prevenită prin prevederea a 3 elemente:

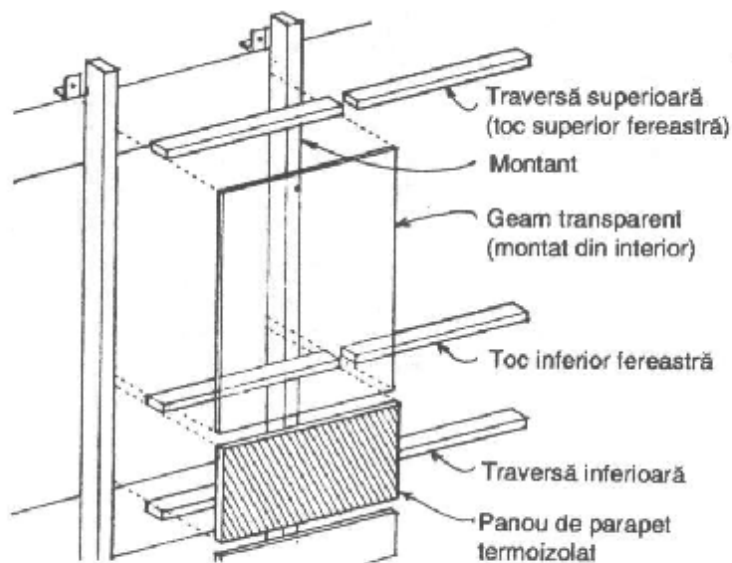
- un ecran exterior care să împiedice pătrunderea apei de ploaie;
- un spațiu de aer în contact cu aerul exterior, astfel încât presiunea sa să fie menținută egală cu cea exterioară; apa eventual pătrunsă trebuie să poată fi eliminată spre exterior;
- o barieră interioară continuă contra aerului și vaporilor de apă.



TIPURI DE PEREȚI CORTINĂ - funcție de MODUL DE ASAMBLARE

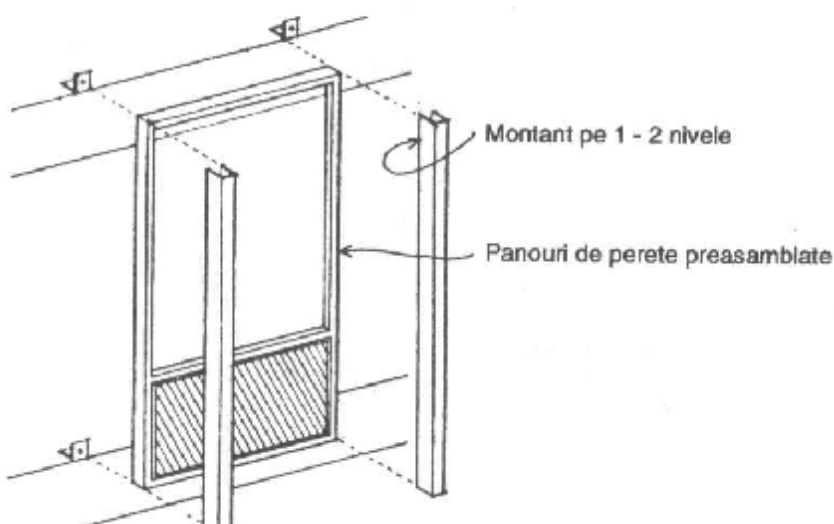
SISTEMUL cu MONTANȚI + TRAVERSE

Pereții sunt asamblați piesă cu piesă. Costuri de transport și manipulare relativ scăzute; se pot adapta mai ușor decât celelalte sisteme la situația concretă din șantier.



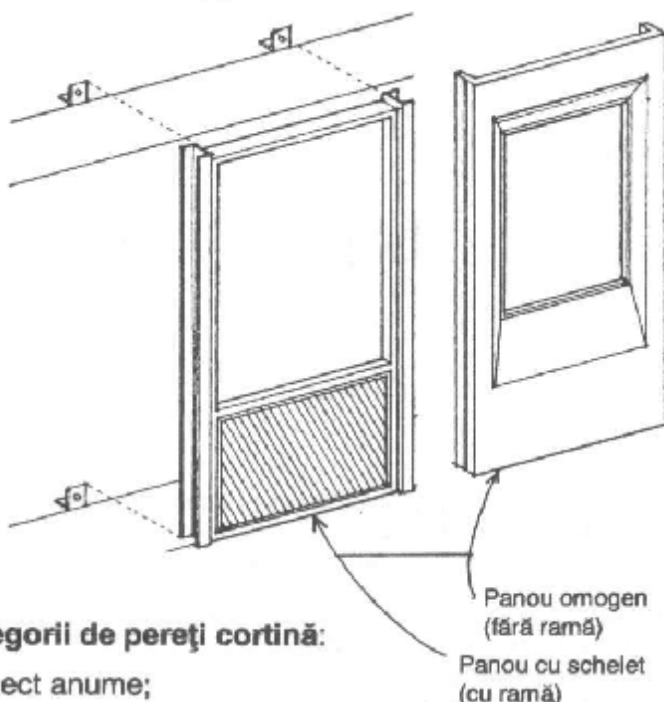
SISTEMUL cu MONTANȚI + PANOURI

Intr-o primă etapă se fixează montanții; apoi se așează în poziție panourile preasamblate. Panourile pot avea înălțimea unui nivel, cu vitrajul montat sau nu, sau pot fi separate în panouri vitrate și panouri parapet. Volumul transportului este mai mare decât în sistemul anterior, dar volumul de lucru în șantier și timpul de execuție se reduce.



SISTEMUL cu PANOURI PREFABRICATE

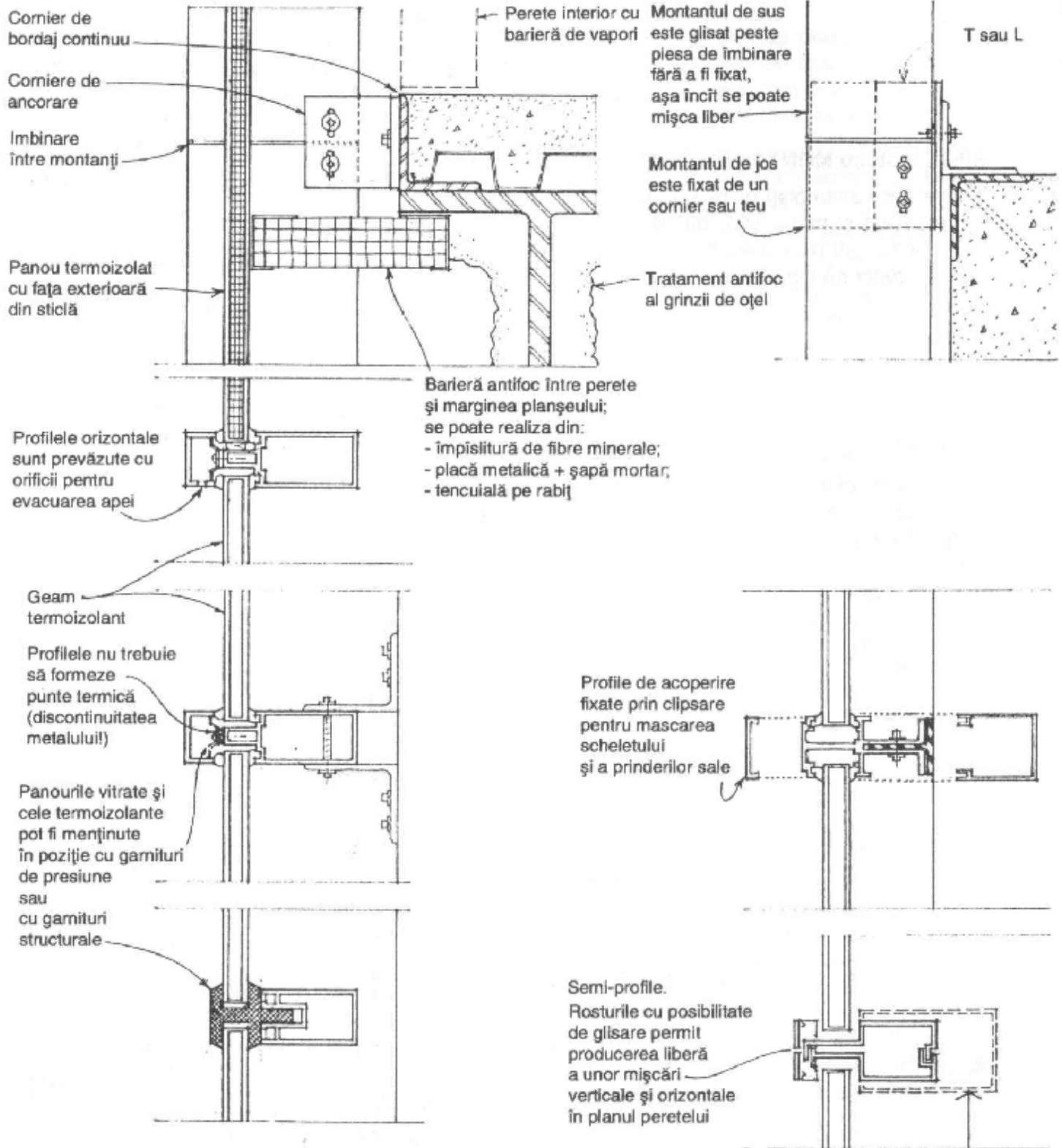
Constă în utilizarea exclusivă a unor panouri de mari dimensiuni, cu înălțimea a 1, 2 sau 3 nivele; pot fi panouri cu schelet preasamblate sau panouri omogene; pot avea vitrajul montat sau acesta poate fi montat după fixarea panoului. Sistemul are avantajul unei preasamblări precise, realizată sub control, în atelier, precum și acela al unei execuții rapide; în schimb transportul și manipularea sunt oneroase.



De asemenea, se pot deosebi următoarele categorii de pereți cortină:

- ☐ concepuți în mod special pentru un proiect anume;
- ☐ compuși din componente și detalii standardizate de producător;
- ☐ realizați din panouri prefabricate, tipic pentru clădirile industriale

DETALII DE PEREȚI CORTINĂ - PRINCIPII GENERALE

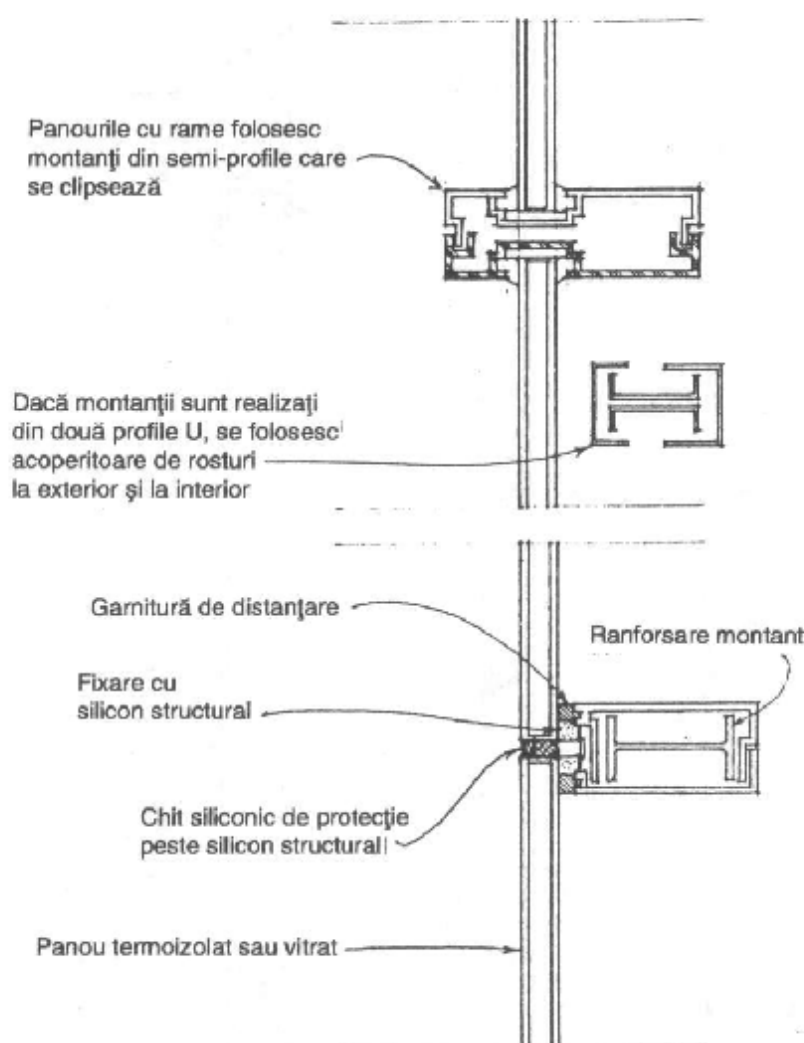


Detaliile prezentate își propun doar să ilustreze aspectele tipice. Atunci când se folosesc sisteme standardizate de pereți cortină, nu este necesară o detaliere amănunțită, cu excepția cazului când anumite componente sunt modificate. Elementele ce trebuie în orice caz precizate sunt:

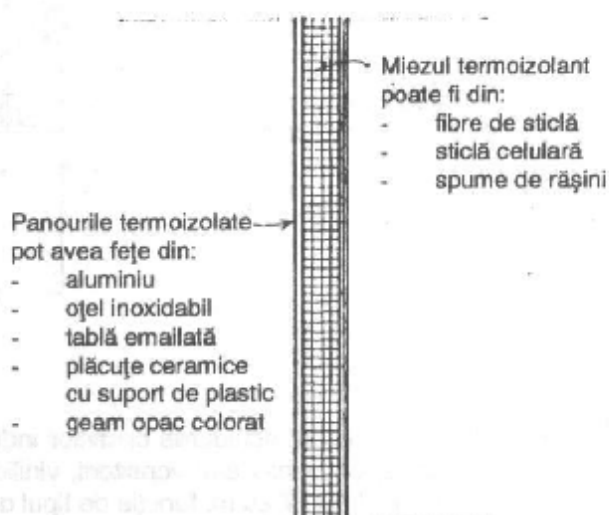
- schema generală a peretelui
- tipul de vitraj
- tipul, dimensiunile și poziția ochiurilor mobile
- tipul și finisajul panourilor opace
- condițiile privind perimetrul, colțurile și prinderile

Dimensionarea, capacitatea portantă și rigiditatea scheletului peretelui cortină depind de încărcările pe care acesta trebuie să le suporte - în principal încărcări laterale din vânt + încărcări verticale, relativ mici. În ceea ce privește capacitatea structurală a vitrajului și a scheletului, trebuie consultat producătorul.

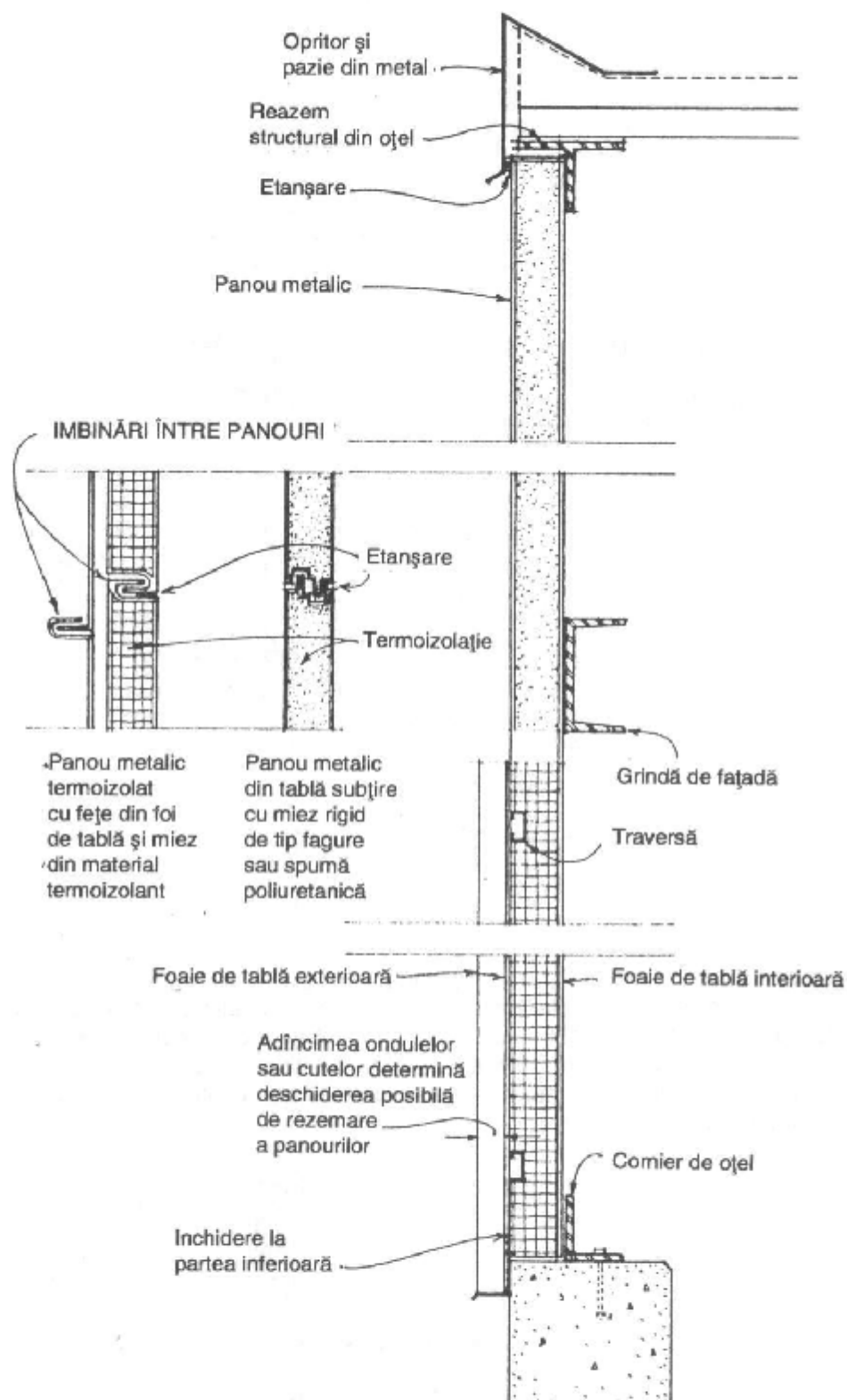
DETALII DE PEREȚI CORTINĂ - PRINCIPII GENERALE



Fixarea panourilor cu SILICON STRUCTURAL caracterizează un sistem de FAȚADE COPLANARE care transferă solicitările, din vînt și din alte acțiuni, de la sticlă la scheletul metalic al peretelui cortină, fără prinderi mecanice. Siliconul structural trebuie să fie compatibil atît cu panourile de sticlă cît și cu scheletul metalic. Proiectarea trebuie să aibă în vedere facilitatea întreținerii și înlocuirii panourilor de sticlă sparte. Este de preferat fixarea vitrajului în ateliere pentru un mai bun control al calității. Pentru detalii se va consulta documentația producătorului.



DETALII DE PEREȚI CORTINĂ - PRINCIPII GENERALE

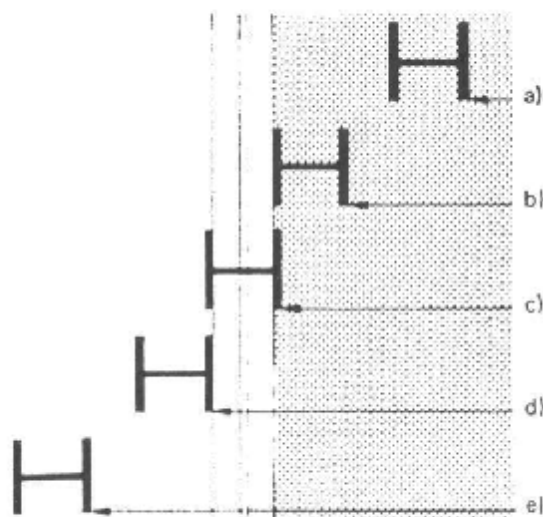


Panourile metalice sunt utilizate în principal la închiderea clădirilor industriale. Pot avea fețe din tablă de aluminiu anodizat sau de oțel cu finisaj din email sau vopsitorii, vinilice sau acrilice. Panourile reazemă vertical între grinzi de oțel la distanță de 2.40 - 7.20 m, funcție de tipul de panou folosit.

Pentru dimensiuni, deschideri, capacitate de izolare termică și detalii de montaj, se va consulta documentația producătorului.

POZIȚIA PEREȚILOR CORTINĂ ÎN RAPORT CU STRUCTURA

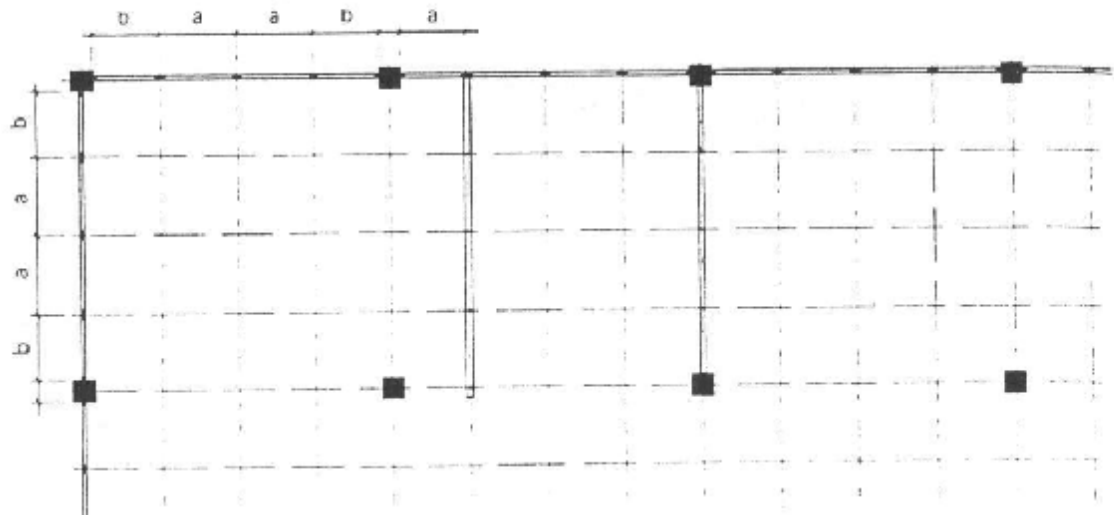
Aspectul fațadei depinde, între altele, de poziția închiderilor față de scheletul portant al clădirii, cu implicații asupra modulării tramei peretelui cortină.



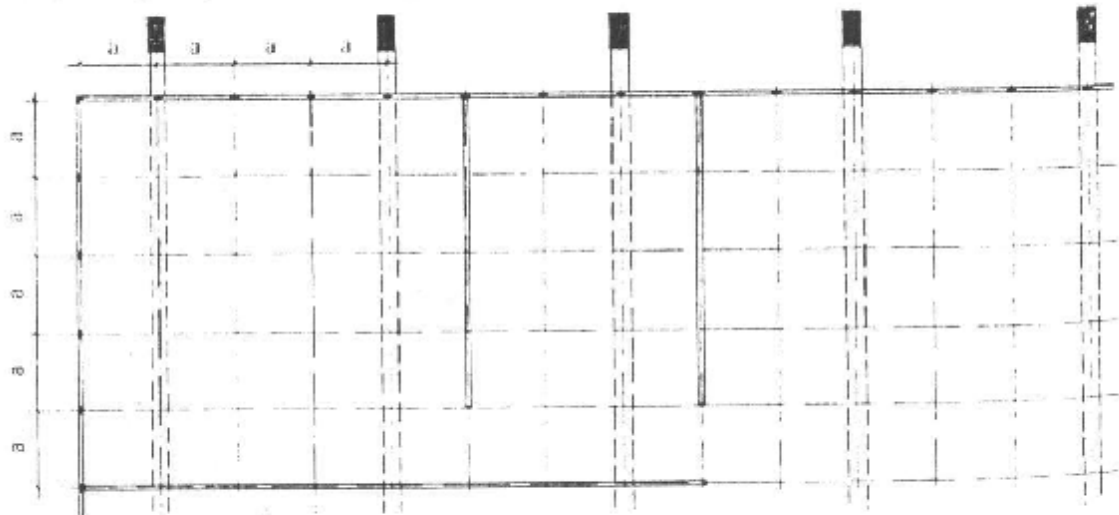
POZIȚII POSIBILE ALE PERETELUI CORTINĂ ÎN RAPORT CU STÎLPII METALICI PERIMETRALI

- a) Stîlp interior izolat, fără contact cu fațada
- b) Stîlp adosat feței interioare a fațadei
- c) Stîlp integrat fațadei (Atenție la puntea termică! este necesară termoizolarea stîlpului)
- d) Stîlp adosat feței exterioare a fațadei (punte termică prin intermediul grinzii care traversează fațada - sunt necesare măsuri de termoizolare a stîlpului și capătului de grindă)
- e) Stîlp exterior izolat (aceeași punte termică ca și în cazul anterior)

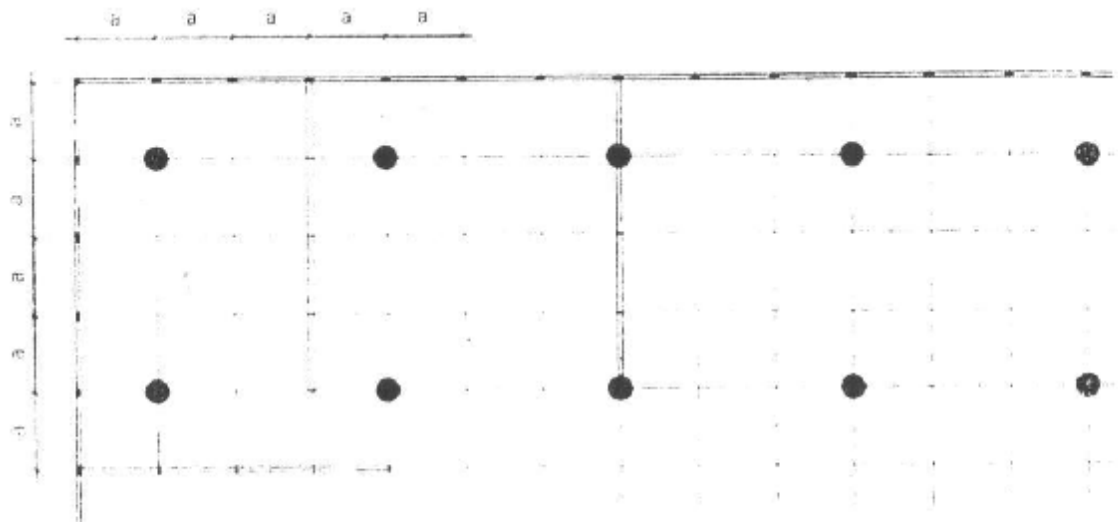
POZIȚIA PEREȚILOR CORTINĂ ÎN RAPORT CU STRUCTURA RACORDĂRI ÎNTRE STÎLPI, FAȚADĂ ȘI COMPARTIMENTĂRI - GEOMETRIA ÎN PLAN



FAȚADA ÎNTRE STÎLPI. Pentru a păstra o tramă regulată a fațadei, submultiplu al tramei structurii portante, trebuie redusă lățimea 'ochiurilor' adiacente stîlpilor; compartimentările sunt mai scurte în dreptul stîlpilor. Atenție la puntea termică creată de stîlpii de fațadă! (trebuie termoizolați)



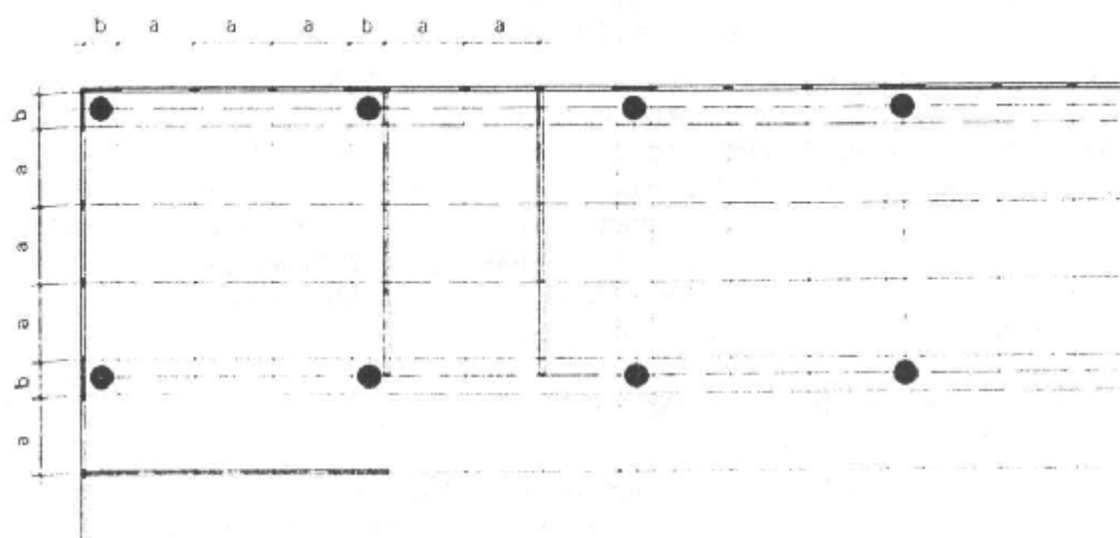
STRUCTURA LA EXTERIOR. Elementele fațadei pot avea o tramă regulată; compartimentările pot fi racordate pe oricare montant al fațadei. Grinda care traversează fațada creează însă o punte termică.



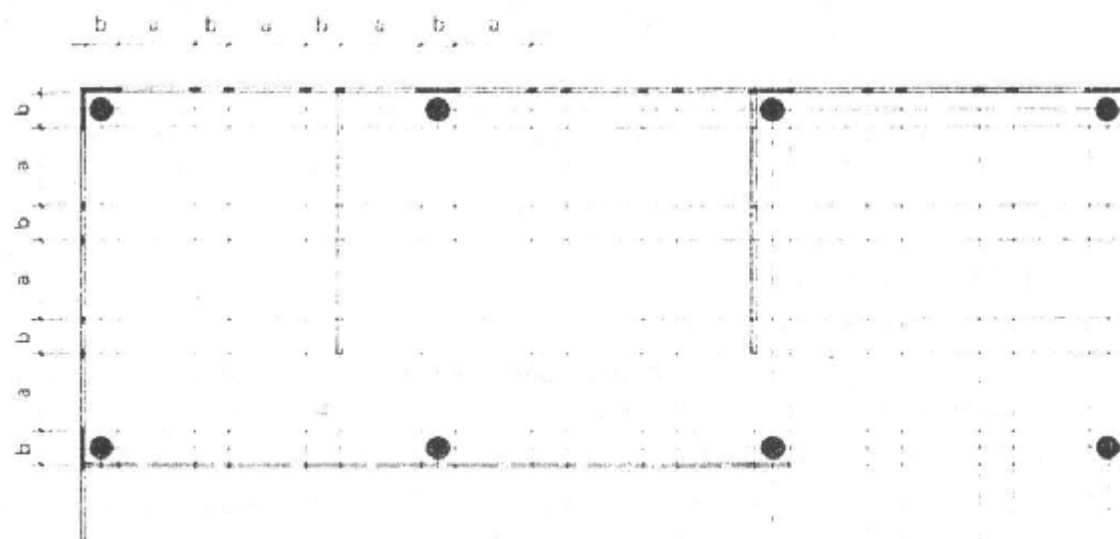
STRUCTURA LA INTERIOR. Ritmul elementelor de fațadă poate fi unic; compartimentările întrerupte de stîlpi determină racordări complicate. Recomandabil min. 20 cm distanță între peretele cortină și structură.

POZIȚIA PEREȚILOR CORTINĂ ÎN RAPORT CU STRUCTURA RACORDĂRI ÎNTRE STÎLPI, FAȚADĂ ȘI COMPARTIMENTĂRI - GEOMETRIA ÎN PLAN

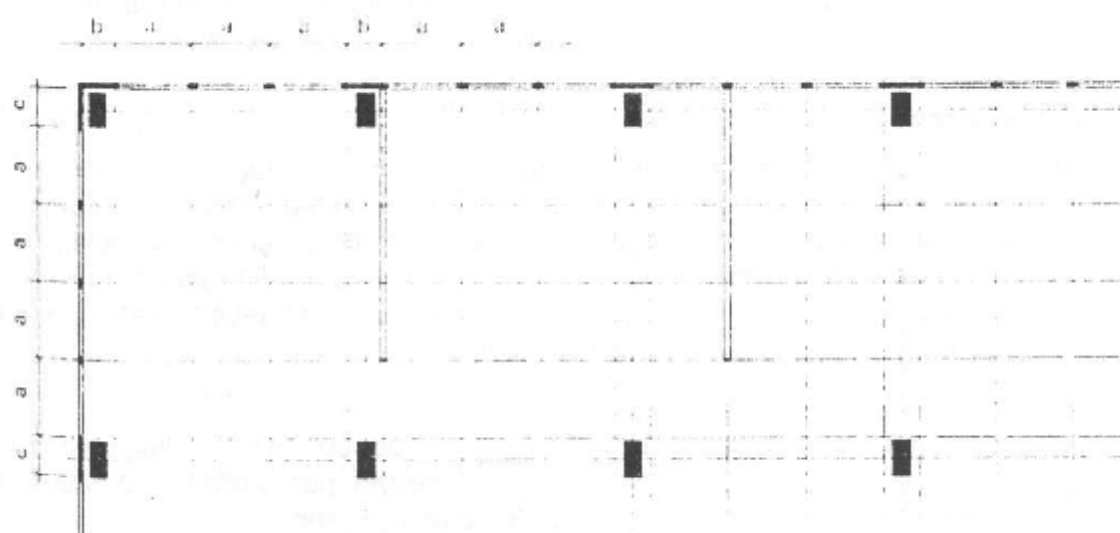
STRUCTURA LA INTERIOR ADOSATĂ FAȚADEI



Un ritm dublu al elementelor fațadei facilitează racordarea de colț; compartimentările regulate pot fi dispuse lângă stâlpi.



Un ritm dublu repetitiv al elementelor fațadei are aceleași avantaje.



O tramă structurală rectangulară cu stâlpi rectangulari, poate determina trei tipuri de 'ochiuri' în fațadă.

PEREȚI DE COMPARTIMENTARE

Posibilitățile de realizare a pereților de compartimentare în cadrul unei clădiri cu structură metalică, sunt numeroase. Mare parte din sistemele utilizate în construcțiile tradiționale pot fi, în principiu, aplicate și în acest caz. Trebuie totuși ținut cont de particularitățile structurilor metalice și în special de rigiditatea mai redusă a planșeelor.

Chiar și în cazul construcțiilor în sisteme masive (zidărie, beton), diferite materiale înlocuiesc în prezent din ce în ce mai mult zidăria în alcătuirea pereților de compartimentare neportanți, permițând reducerea greutății lor (deci reducerea sarcinii suportate de structura portantă) și un timp de execuție mai scurt. S-a conturat astfel o nouă concepție tehnologică a pereților de compartimentare, ce privește alcătuirea acestora și modul de punere în operă, concepție tehnologică ce produce **pereți ușori, cu montaj 'uscat' și rapid**; pereții de compartimentare din această categorie sunt cei adecvați în mod particular caracteristicilor construcțiilor cu schelet metalic. În plus, dacă rolul fundamental de element de separare între încăperi a rămas neschimbat, peretele de compartimentare nu mai este în mod obligatoriu fix; evoluția tehnologiei sale și folosirea unor materiale adecvate, a permis realizarea de **compartimentări demontabile, amovibile sau mobile**.

În afara funcțiunii de delimitare a încăperilei unei clădiri, pereții de compartimentare trebuie să îndeplinească și alte roluri, între care: izolare acustică (cu diverse nivele de exigență în raport cu funcțiunile adăpostite de încăperile separate); protecție la foc; aspect.

În raport cu modul de alcătuire și consecințele în ceea ce privește flexibilitatea și adaptabilitatea partiului în timp, pereții de compartimentare se clasifică astfel:

➤ **Compartimentări fixe**

Sunt constituite de pereți destinați să rămână permanent în aceeași poziție și ale căror elemente constitutive necesită de regulă la punerea în operă lucrări complementare de finisaj (zidărie de cărămidă, zidărie din blocuri de bca, pereți din cărămidă de sticlă). În caz de modificare a compartimentării, elementele constitutive sunt greu recuperabile iar lucrările de demolare generează anumite deteriorări.

➤ **Compartimentări de tip tâmplărie**

Curent din lemn (dar și din alte materiale - aluminiu, pvc), sunt realizate pe măsura încăperii, din elemente nestandardizate montate pe un schelet în general construit pe loc.

➤ **Compartimentări demontabile**

Elementele de bază sosesc pe șantier finisate sau prefinisate (ex. pereți din plăci de IAFS, plăci de gips-carton, panouri pe bază de lemn, panouri mixte). Montajul se realizează cu prinderi mecanice (montaj 'uscat'). Demontarea se realizează fără deteriorări importante; elementele constitutive sunt preponderent reutilizabile sau ușor adaptabile. Remontarea necesită mai mult timp decât în cazul pereților amovibili; implică uneori înlocuirea accesoriilor și modificarea elementelor constitutive de bază.

➤ **Compartimentări amovibile**

Elementele constitutive sosesc pe șantier complet finisate; montajul se realizează cu prinderi mecanice; elementele sunt ușor demontabile și remontabile, fără degradări. Elementele (panouri pline, panouri vitrate, panouri de uși) sunt modulate și interșanjabile; își conservă calitățile (aspect, izolare acustică, rezistență la foc) în timp, indiferent de numărul mutărilor. Producătorii furnizează o serie de accesorii ce completează montajul: traverse, plinte, tocuri de uși, guri de ventilație, elemente de mobilier integrat.

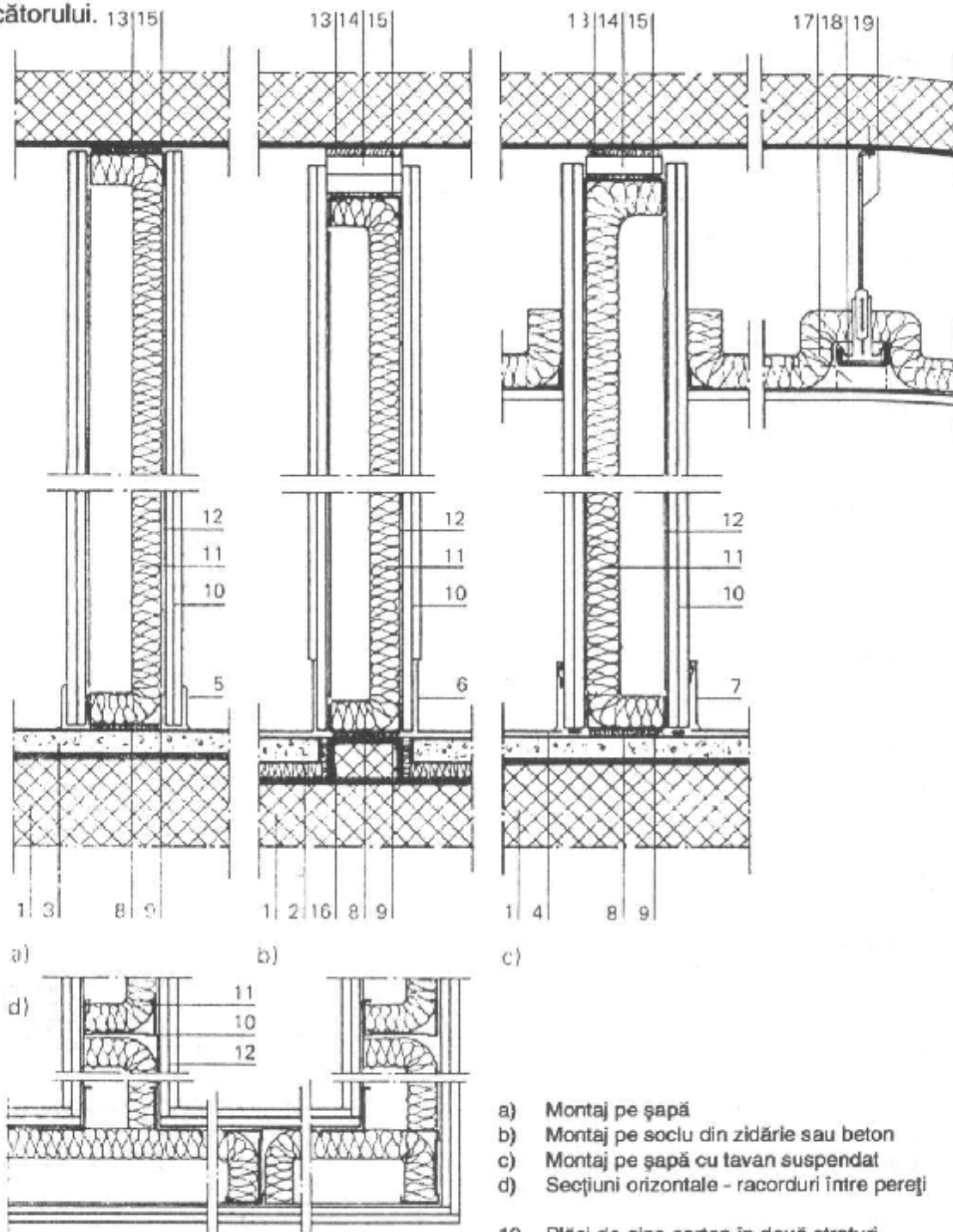
➤ **Compartimentări mobile**

Elementele se deplasează în cadrul unui sistem fix, solidar cu structura clădirii, pentru a separa sau reuni instantaneu două spații adiacente (pereți culisanți, pereți plianți). O categorie aparte o reprezintă glasvandurile, compartimentări mobile de tip tâmplărie.

COMPARTIMENTĂRI DEMONTABILE

PEREȚI UȘORI DIN PLĂCI DE GIPS-CARTON

Variantă cu montanți metalici simpli și două straturi de plăci. Pentru dimensiuni exacte și variante de alcătuire în raport cu nivelul de izolare acustică cerut, se va consulta documentația producătorului.



1. Dală de beton armat
2. Izolație fonică
3. Șapă flotantă
4. Finisaj pardoseală
5. Plintă din material plastic
6. Plintă retrasă (atenție la slăbirea izolației acustice!)
7. Plintă ieșită, asociată finisajului pardoselii
8. Bandă de etanșare
9. Traversă inferioară profil U din tablă

- a) Montaj pe șapă
- b) Montaj pe soclu din zidărie sau beton
- c) Montaj pe șapă cu tavan suspendat
- d) Secțiuni orizontale - racorduri între pereți

10. Plăci de gips-carton în două straturi.
11. Izolație fonică (vată minerală 45 - 60 mm)
12. Montant din tablă profilată
13. Bandă de etanșare
14. Bandă din fibre minerale
15. Traversă superioară profil U din tablă
16. Soclu din zidărie
17. Profil U portant
18. Profil U de bază
19. Element de suspendare

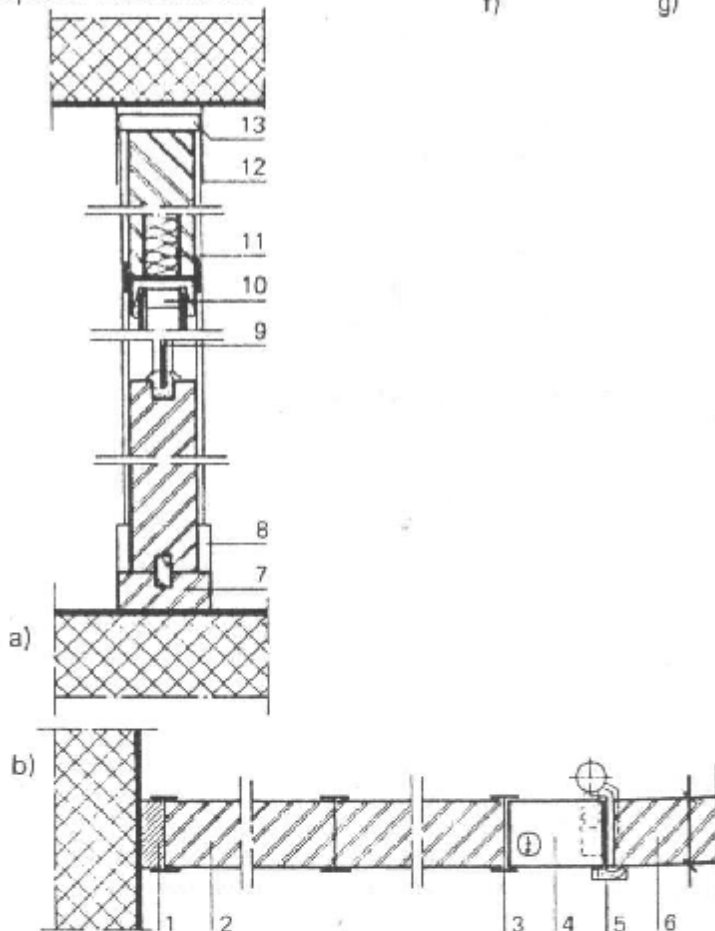
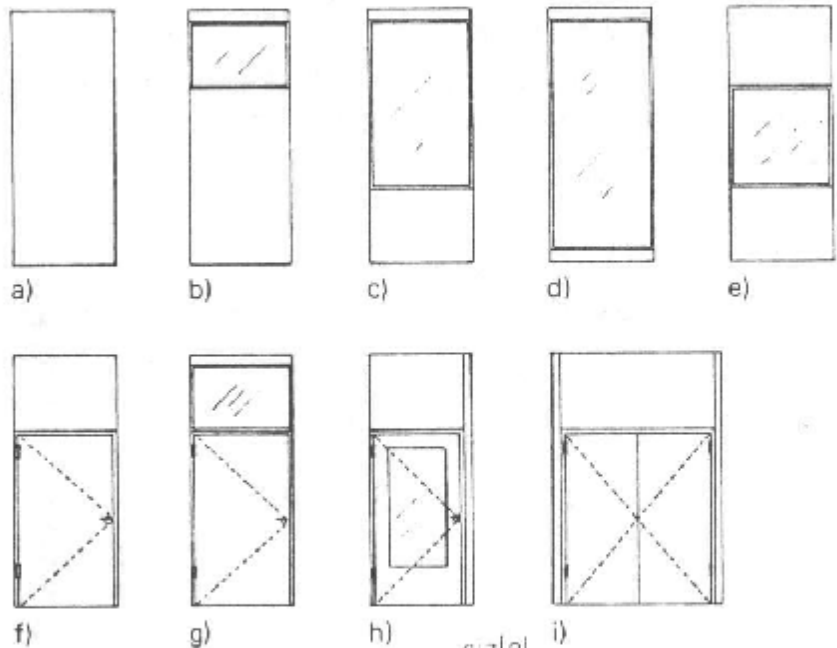
COMPARTIMENTĂRI AMOVIBILE

TIPURI CURENTE

- a) Element plin
- b) Element cu supralumină
- c) Element cu vitraj 2/3
- d) Element integral vitrat
- e) Element cu vitraj median
- f) Ușă cu partea superioară plină
- g) Ușă cu supralumină
- h) Ușă cu partea centrală vitrată
- i) Ușă în două canaturi

Dimensiuni: lățime: 10 ... 180 cm; curent 100 - 120 cm; înălțime: 3 - 4 m.

Structura: traverse jos / sus (pentru fixare și preluarea diferențelor de nivel) din oțel galvanizat, aluminiu sau lemn. Panourile: tip sandwich, din plăci aglomerate din lemn sau gips-carton + fețe din hîrtie stratificată, melaminată, tablă de oțel sau aluminiu lăcuită; fețele pot fi îmbrăcate cu vinil, PVC, pînză, tapet; interiorul este umplut cu vată minerală.



Compartimentare amovibilă din plăci aglomerate de 40 mm cu fețe din hîrtie stratificată; sistem cu montanți aparenti.

a) Secțiune verticală; b) Secțiune orizontală.

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1. Rigidă laterală pentru corectarea imperfecțiunilor zidăriei | 8. Plintă de lemn |
| 2. PAL + hîrtie stratificată | 9. Vitraj simplu |
| 3. Montant profilat din aluminiu | 10. Vitraj dublu (variantă) |
| 4. Ghenă pentru cabluri electrice | 11. Izolație fonică |
| 5. Baghetă de acoperire | 12. Traversă superioară profil U |
| 6. Ușă | 13. Luft pt. toleranțe de geometrie |
| 7. Traversă inferioară de lemn | |

Compartimentare amovibilă din tablă de oțel cu ranforsări din plăci de ipsos; sistem cu montanți ascunși.

a) Secțiune verticală; b) Secțiune orizontală.

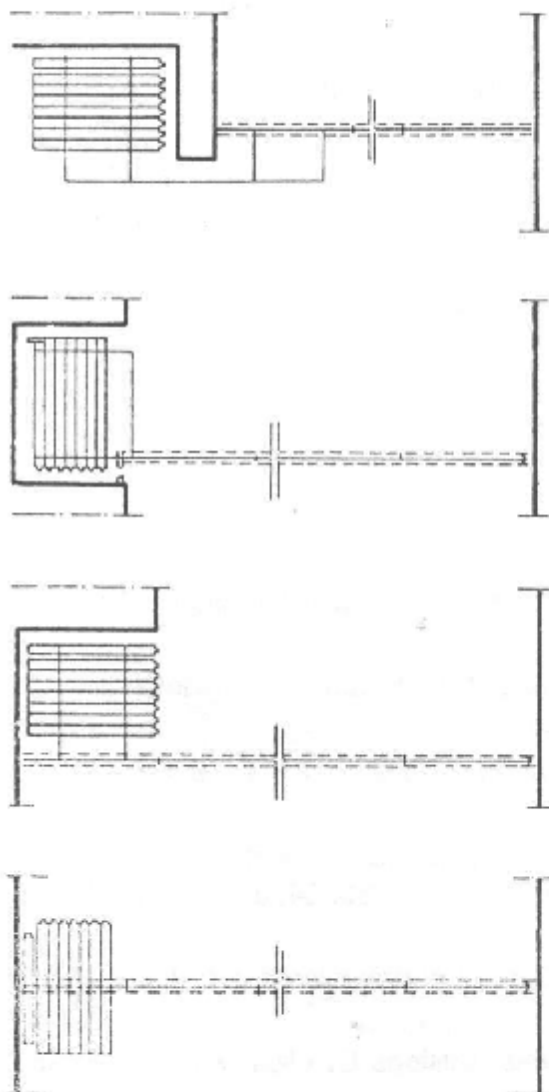
- | |
|--|
| 1. Tablă zincată 0.8 mm, lăcuită sau vopsită |
| 2. Placă de ipsos 12.5 mm |
| 3. Izolație fonică din vată minerală |
| 4. Montant din tablă de oțel galvanizată |
| 5. Vitraj |
| 6. Dală de beton armat |
| 7. Etanșare elastică |
| 8. Traversă inferioară telescopică |

COMPARTIMENTĂRI MOBILE

Principalele sisteme sunt constituite de pereții culisanți și pereții plianți sau 'armonică'. Alcătuirea panourilor este similară cu cea a compartimentărilor amovibile.

COMPARTIMENTĂRI CULISANTE

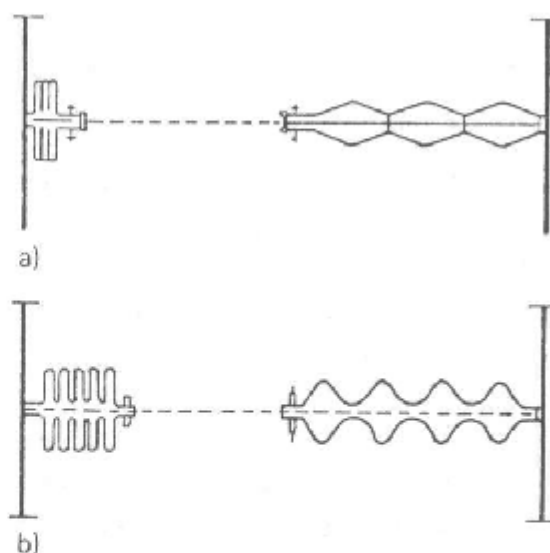
De regulă panourile sunt suspendate și culisează cu ajutorul unor roți de plastic într-o șină aparentă sau încastrată; la partea inferioară poate fi amplasat un ghidaj, pentru a ușura manevrarea, dar acesta crează o fantă în pardoseală. În poziție deschisă, panourile sunt grupate într-o nișă sau între doi pereți ficiși; panourile suspendate în axul lor pot fi regrupate perpendicular pe șina de glisare.



Compartimentări culisante.
Câteva posibilități de ghidare și depozitare a elementelor.

COMPARTIMENTĂRI PLIANTE

Sunt constituite din panouri rigide asociate între ele cu șarniere; în poziție deschisă, panourile sunt strânse în pachet compact și adosare unui perete sau adăpostite într-o nișă. O altă soluție o reprezintă sistemul semi-rigid constituit dintr-un perete dublu din piele sintetică; și acesta este suspendat, dar fără șină în pardoseală. Dacă tavanul este suficient de amplu, este posibilă dispunerea unei 'cortine' dintr-un material suplu care se pliază vertical.



Compartimentări pliante.
a) Panouri rigide; b) Material plastic semi-rigid

Bibliografie

- *** *Construire en acier ... Comment?* Centre Suisse de la Construction Métallique, Zurich, 1988.
- CHING, Francis D. K., *Building Construction Illustrated*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
- DALBAN, C., JUNCAN N., ȘERBESCU C., VARGA A., DIMA Ș., *Construcții metalice*. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1983.
- FRIK, KNOLL, NEUMANN, WEINBRENNER, *Baukonstruktionslehre*. B. G. Teubner, Stuttgart, 1988.
- GAVARINI, C., BEOLCHINI, G. C., MATEOLI, G., *Technica delle costruzioni*. Ulrico Hoepli Editori, Milano, 1988.
- HARDT, D., SMIGELSCHI, M., *Curs Construcții II*. Ediție adăugită, IAIM, 1991.
- MATEESCU, D., CARABA I., *Construcții metalice. Calculul și proiectarea elementelor din oțel*. Ed. Tehnică, București 1980.
- MITTAG, M., *Pratique de la construction des bâtiments*. Editions Eyrolles, Paris, 1987.
- ORTON, Andrew, *The way we built now: form, scale and technique*. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd. 1988.
- VITTONÉ, Renée, *Bâtir. Manuel de la construction*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1996.

Proveniența ilustrațiilor

- *** *Construire en acier ... Comment?* Centre Suisse de la Construction Métallique, Zurich, 1988 (p. 24, 40, 41).
- CHING, Francis D. K., *Building Construction Illustrated*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991 (50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 65, 66, 67, 68, 69, 70).
- FRIK, KNOLL, NEUMANN, WEINBRENNER, *Baukonstruktionslehre*. B. G. Teubner, Stuttgart, 1988 (p. 26, 32).
- GAVARINI, C., BEOLCHINI, G. C., MATEOLI, G., *Tecnica delle costruzioni*. Ulrico Hoepli Editori, Milano, 1988 (p. 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 58, 59).
- MATEESCU, D., CARABA I., *Construcții metalice. Calculul și proiectarea elementelor din oțel*. Ed. Tehnică, București 1980 (p. 11, 12, 13, 14).
- MITTAG, M., *Pratique de la construction des bâtiments*. Editions Eyrolles, Paris, 1987 (p. 29, 46, 47).
- ORTON, Andrew, *The way we built now: form, scale and technique*. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd. 1988 (p. 60, 61, 62, 63, 64 și p. I - XXIV).
- VITTONÉ, Renée, *Bâtir. Manuel de la construction*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1996 (p. 7, 17, 71, 72, 73, 75, 76, 77).

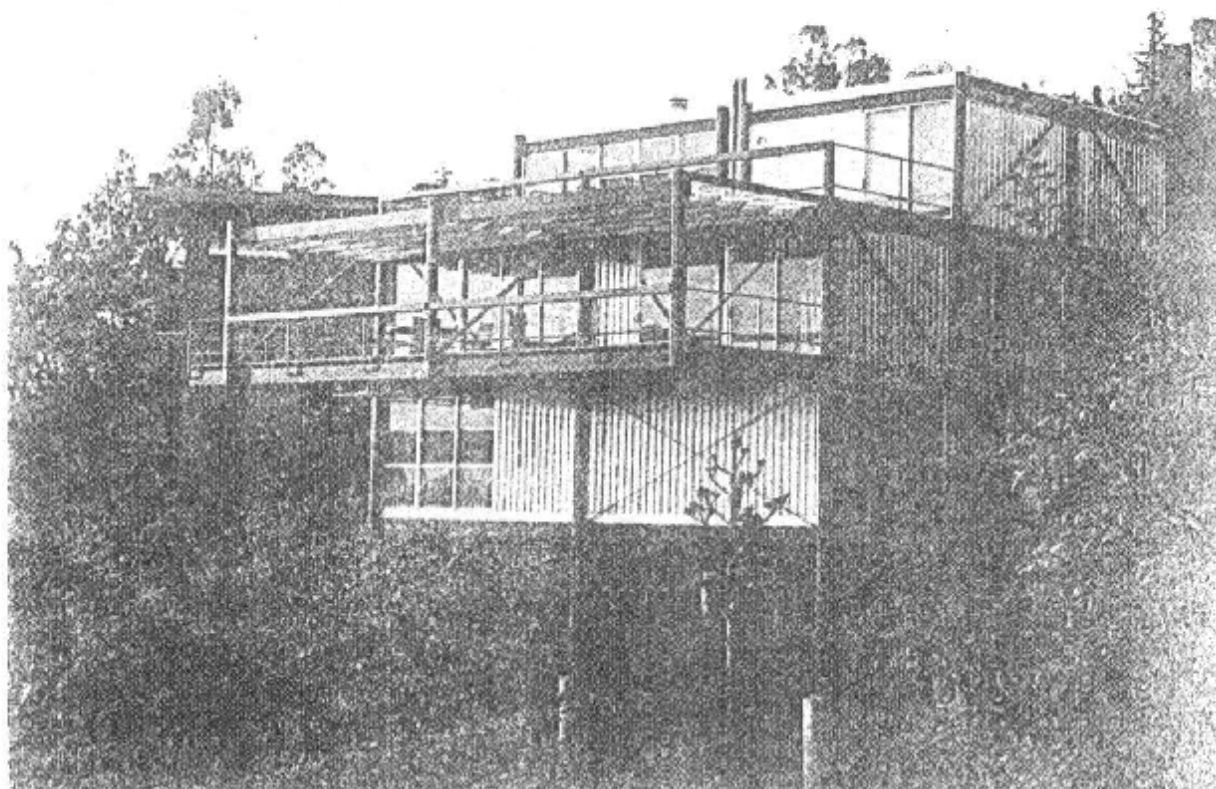
CASA SCHULITZ / Beverly Hills, California, SUA (1976)

Locuință individuală cu 3 nivele, pe teren denivelat, cu schelet din oțel și închideri din aluminiu.

Arhitect: H. C. Schulitz

Inginer de structuri: Kurily and Szymanski

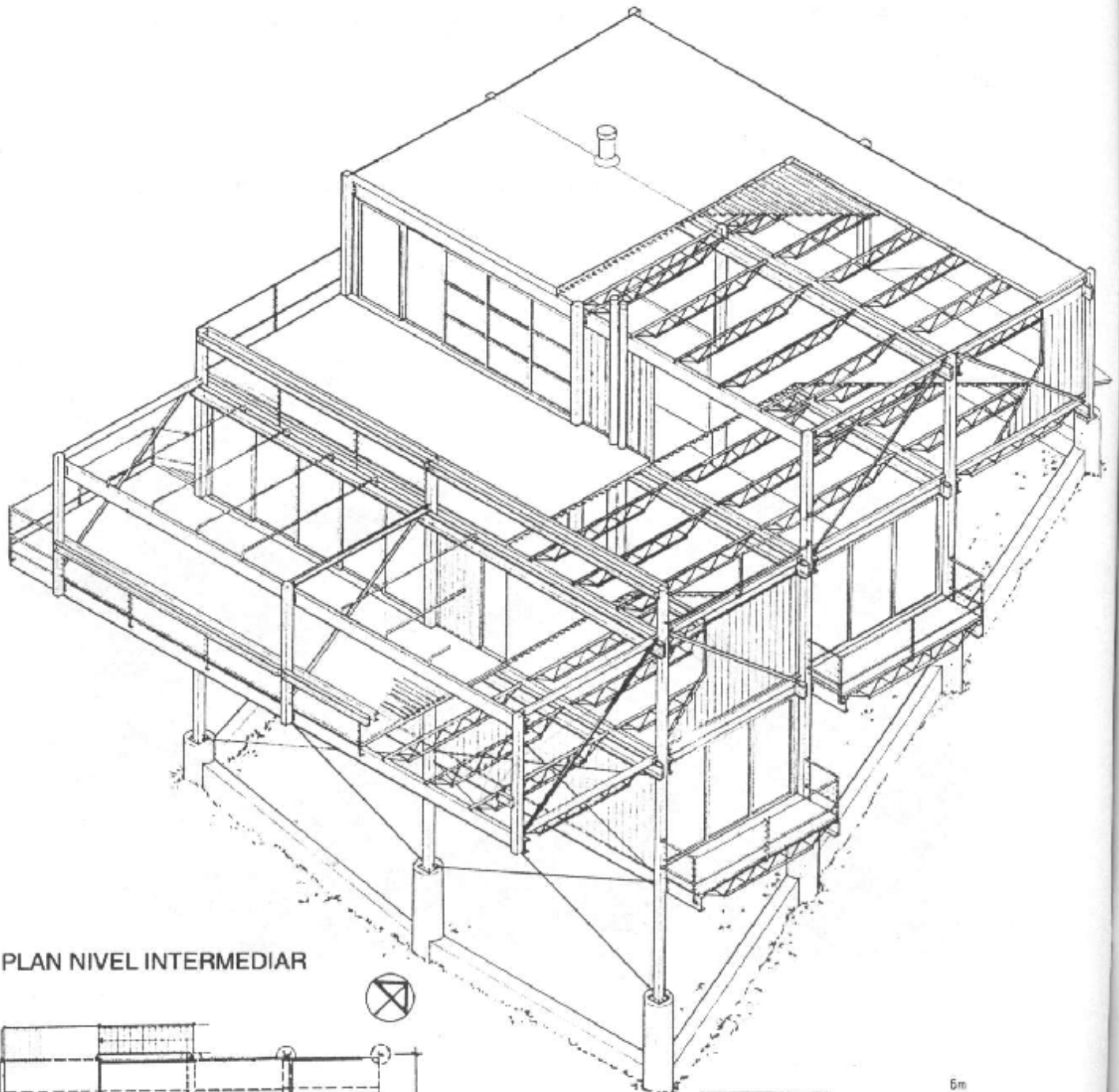
Clădirea constituie o ilustrare a potențialului construcției 'în sistem deschis', ce utilizează produse de serie asociate într-un mod original, de natură să confere individualitate clădirii.



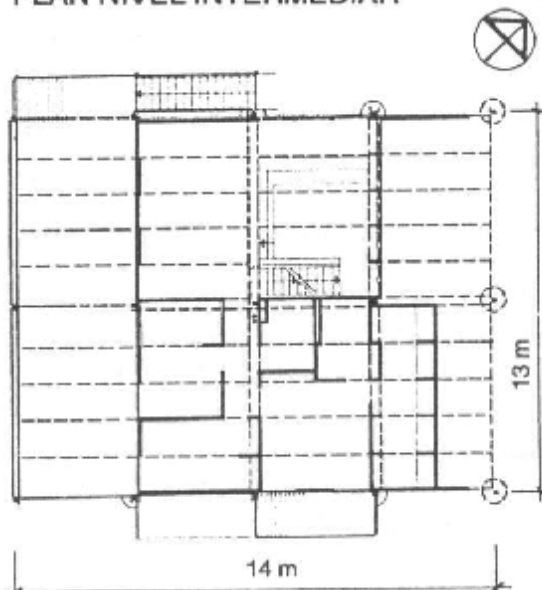
VEDERE DIN SPRE SUD

Structura: Stâlpi din țevă pătrată 150 x 150 mm; grinzi principale continui din 2 profile U; grinzi secundare în zăbrele, standardizate; placă din tablă cutată + beton ușor; stâlpii metalici descarcă pe piloni circulari din beton, asociați cu grinzi de beton turnate la nivelul terenului. Trama structurală are dimensiuni modulare stabilite în raport cu dimensiunile elementelor de finisaj și echipare standardizate: multiplu de 10 cm pe cele 2 direcții orizontale și 15 cm pe verticală.

Inchiderile: Panouri de aluminiu standardizate, cu schelet din profile de tablă și miez termoizolant. Durata totală a execuției: 9 luni (relativ mare, datorită faptului că arhitectul-proprietar a realizat el însuși mare parte din lucrările de interior); ridicarea structurii din oțel: 2 zile.

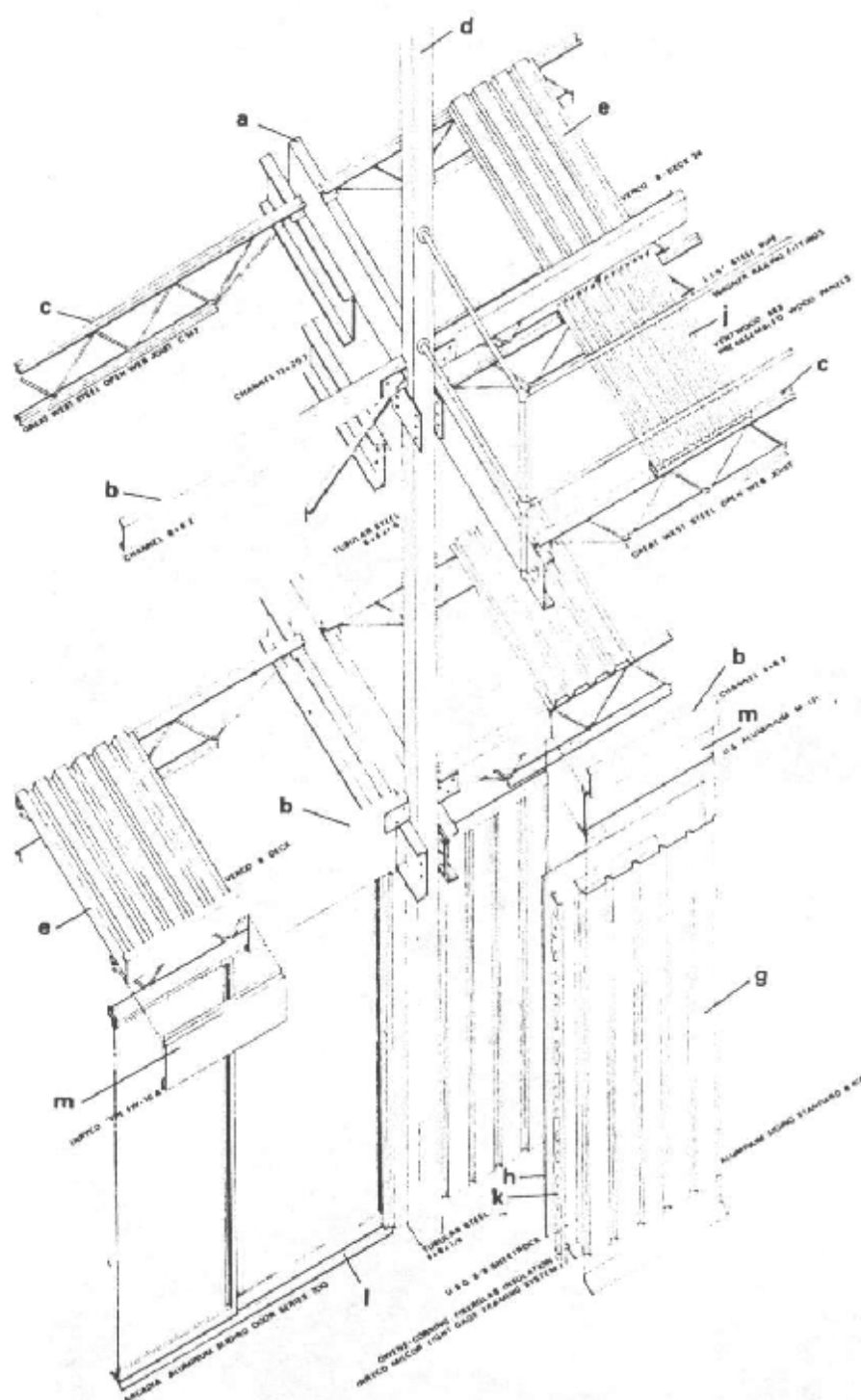
CASA SCHULITZ / Beverly Hills, California, SUA (1976)

PLAN NIVEL INTEREDIAR

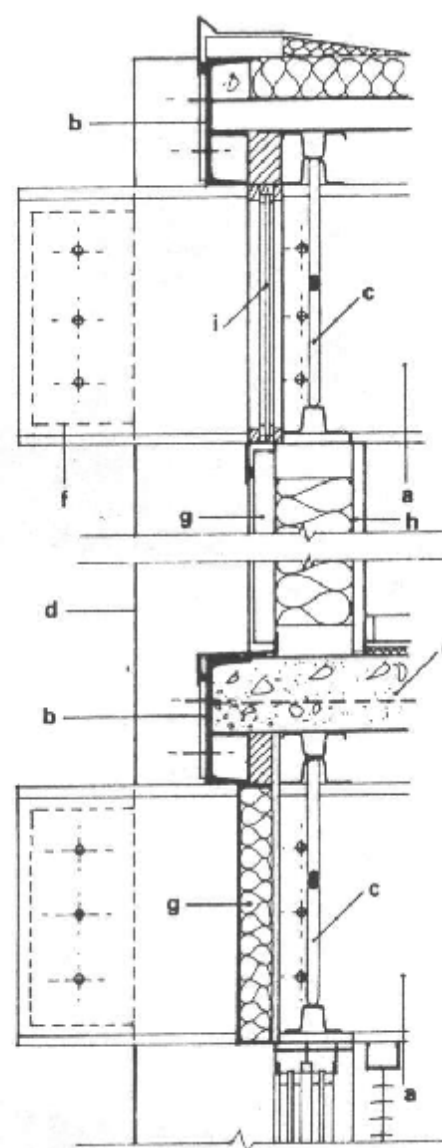


VEDERE AXONOMETRICĂ DIN SPRE SUD

CASA SCHULITZ / Beverly Hills, California, SUA (1976)



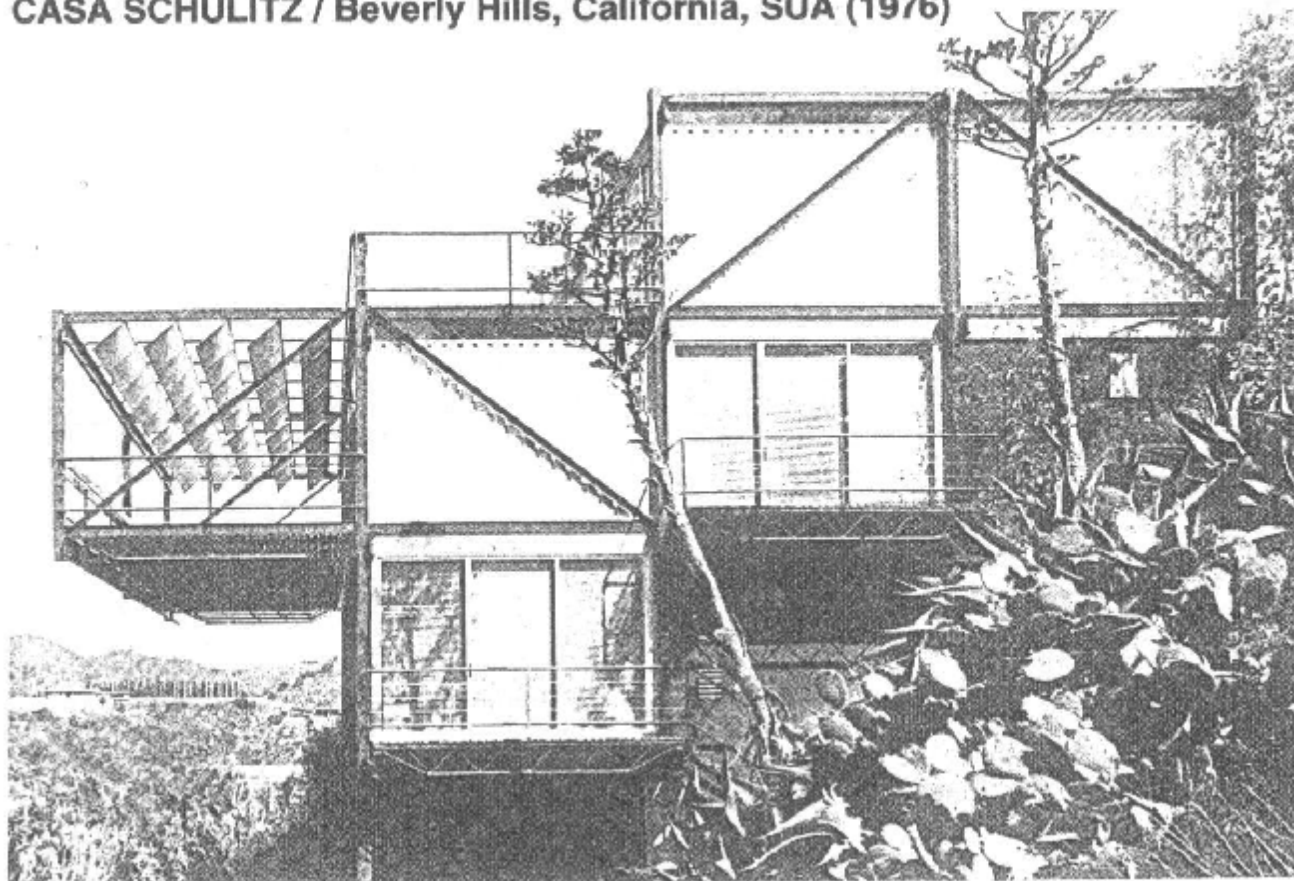
IMAGINE 'EXPLODATĂ' A SISTEMULUI CONSTRUCTIV
(FAȚADE SUD-EST ȘI NORD-VEST)



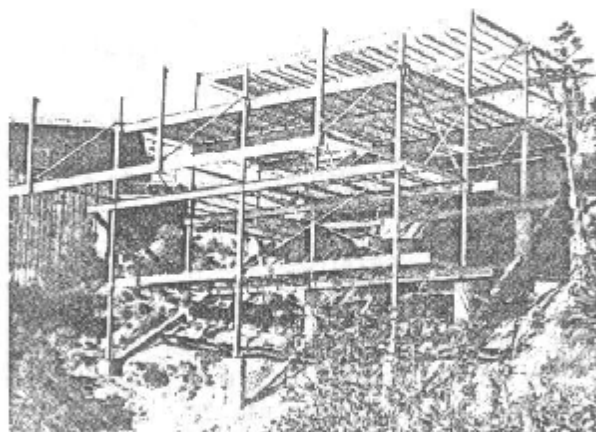
SECȚIUNE VERTICALĂ
PRIN PERETELE EXTERIOR
(FAȚADE SUD-EST ȘI NORD-VEST)

a) Profil U 30 cm; b) Profil U 15 cm; c) Grindă cu zăbrele la 1.20 m interax; d) Țeavă 150x150x12.5 mm; e) Placă de beton ușor pe tablă cutată 15 cm; f) Plăcuțe de asamblare sudate de țeavă; g) Panou de aluminiu cu schelet metalic și termoizolație din fibre de sticlă; h) Placă gips-carton; i) Fereastră cu țimplărie de aluminiu; j) Panouri de lemn; k) Montant metalic; l) Ușă glisantă cu țimplărie de aluminiu; m) Pază din aluminiu.

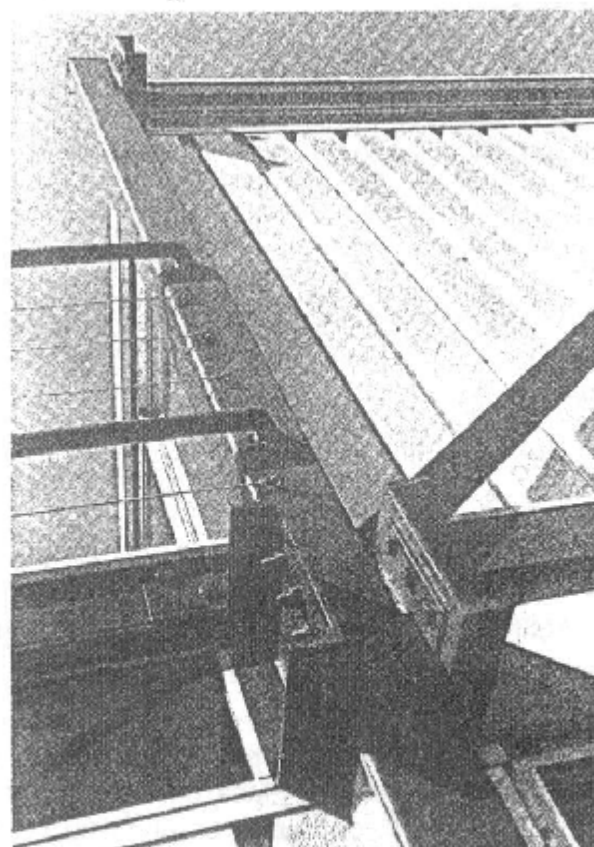
CASA SCHULITZ / Beverly Hills, California, SUA (1976)



FAȚADĂ SUD-EST



STRUCTURA DE OȚEL ÎN EXECUȚIE



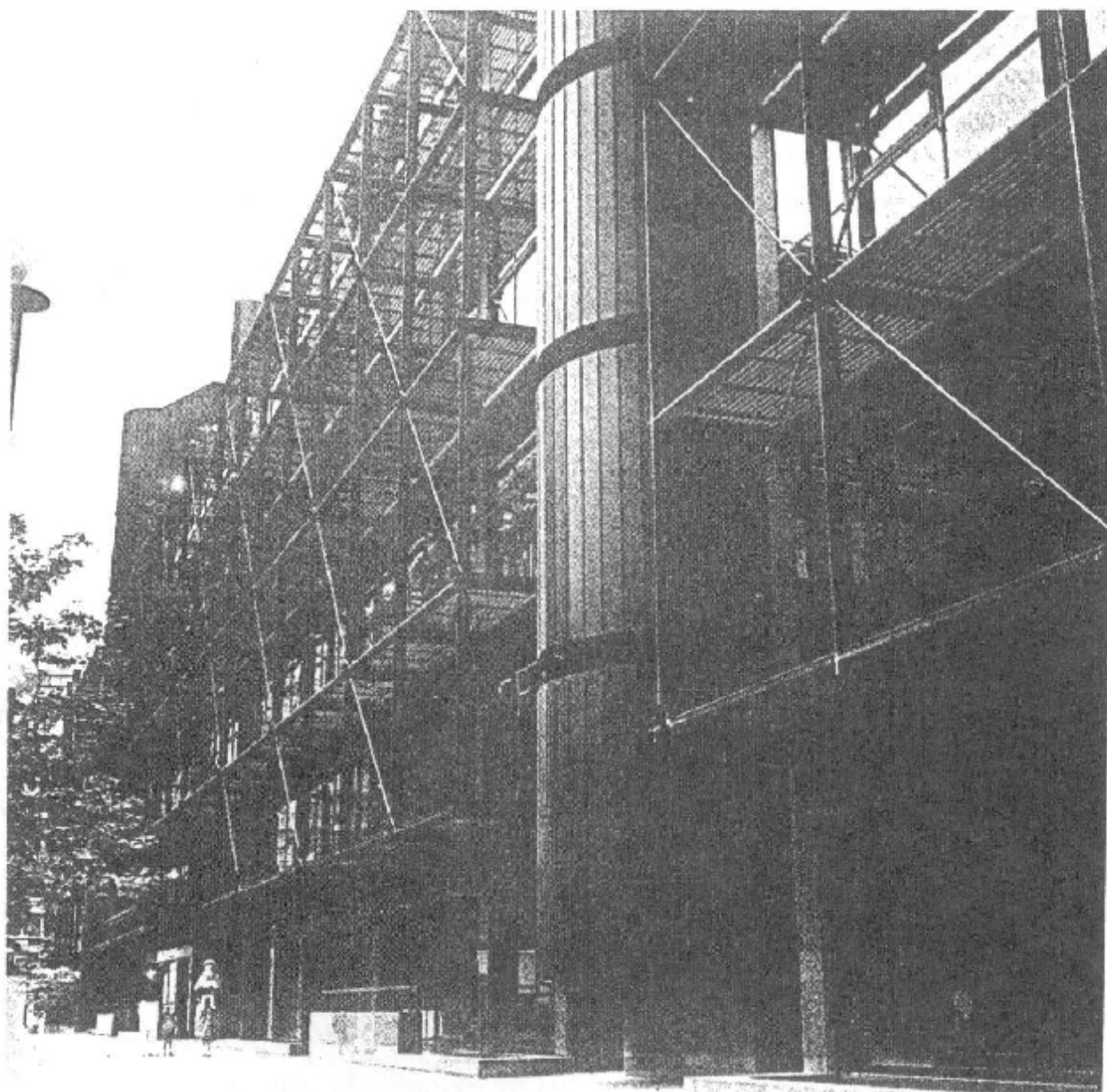
DETALIU FAȚADĂ SUD-EST

ONE FINSBURY AVENUE / Londra, Anglia (1984)

Clădire de birouri cu 8 nivele, cu structură din oțel.

Arhitecți și ingineri de structuri: Arup Associates

Concepția a urmărit realizarea unei clădiri 'de calitate', cu suprafețe mari (57 x 84 m), în cel mai scurt timp și cu costuri minime; proiectul are la bază, pe de o parte, cunoștințe aprofundate privind procesul constructiv și preuzinarea unor componente, și, pe de altă parte, selectarea unor elemente-cheie în cadrul concepției generale; sunt repetate la maximum câteva 'teme' generale, dar cu variațiuni ingenioase, cum ar fi cea a 'ecranelor' ce controlează scara într-un mod eficient și ieftin.

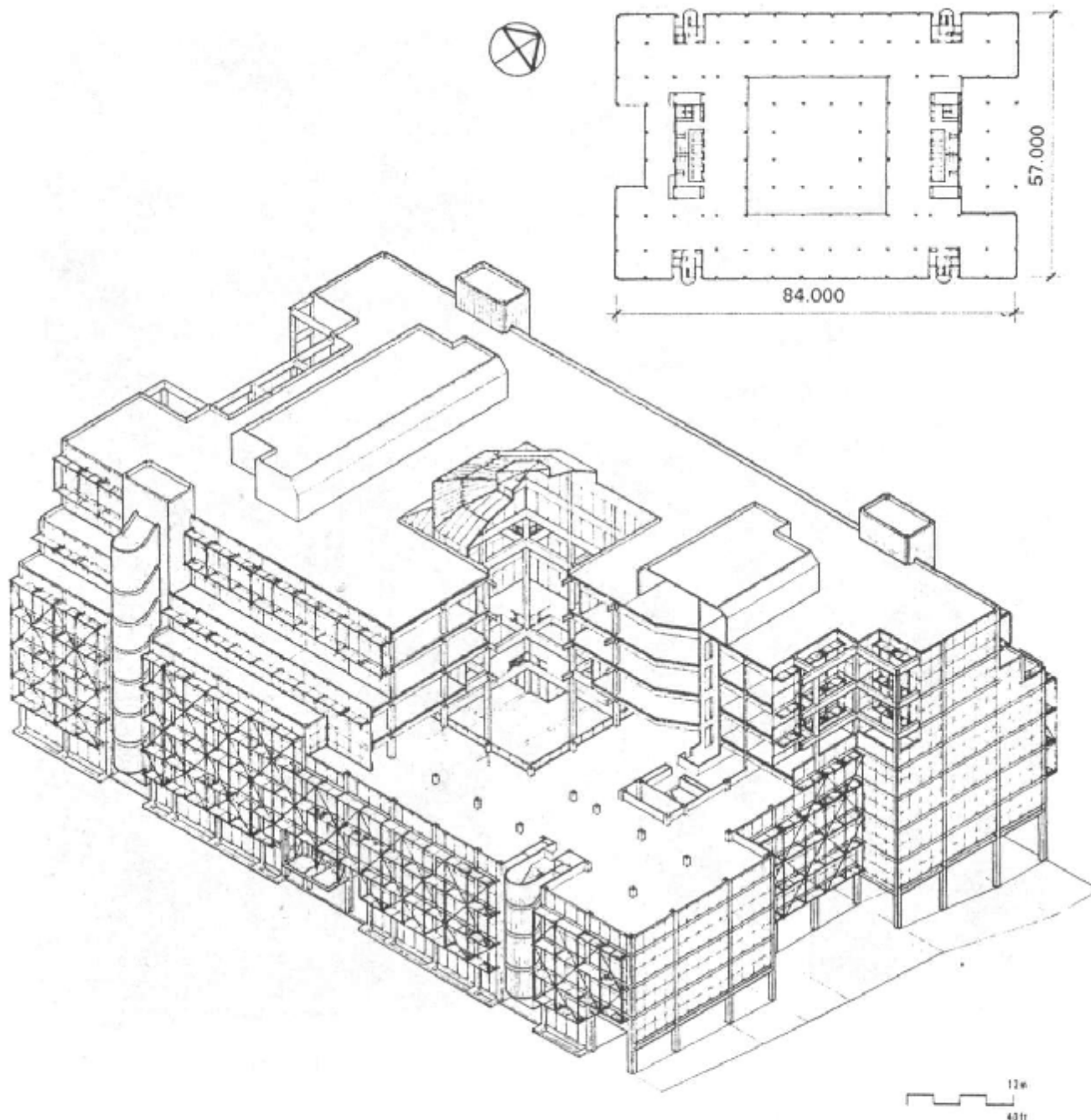


VEDERE SPRE FAȚADA NORD-VEST

ONE FINSBURY AVENUE / Londra, Anglia (1984)

Structura: Tramă 6 x 6 m (local 6 x 7.5 m); îmbinări cu buloane standard de 20 mm diametru; planșeu cu placă mixtă din beton ușor de 130 mm + tablă cu cute de 50 mm adâncime, ce reazemă la 3 m pe grinzi secundare din oțel care, la rîndul lor, descarcă pe grinzile principale la 6 m interax. Grinzile sunt realizate din același tip de profile standardizate, au înălțimea de 400 mm și sunt asociate plăcii. Între talpa inferioară a grinzilor și tavanul suspendat (fonoabsorbant) există un spațiu liber de cca 40 cm, ce adăpostește traseele de instalații (electrice, ventilație, stingerea incendiilor). Forțele orizontale sunt preluate de contravîntuirile în X ce înconjoară cele două zone de lifturi, și transferate planșeului.

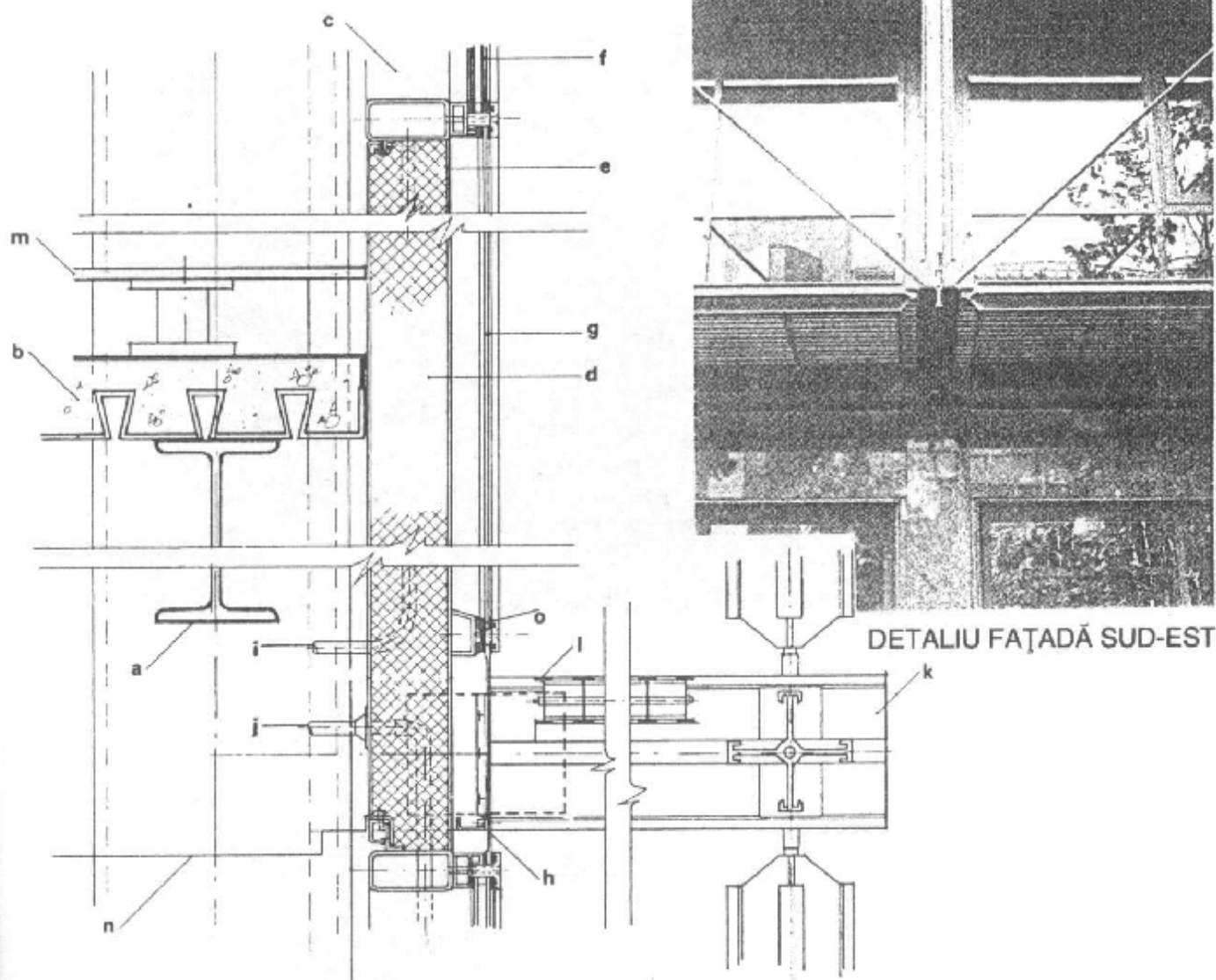
PLAN NIVEL 3



VEDERE AXONOMETRICĂ DIN SPRE VEST

ONE FINSBURY AVENUE / Londra, Anglia (1984)

Inchiderile: Panouri de 3.30 x 5.60 m, din vitraj dublu cu geam de culoarea bronzului, în jumătatea superioară, și vitraj simplu în fața unei termoizolații rigide, la partea inferioară; vitrajele sunt montate în profile de aluminiu anodizat în culoarea bronzului; acestea sunt fixate pe un raster din țevi rectangulare de oțel de 120 x 60 x 4 mm (5 verticale și 2 orizontale în fiecare panou) ce constituie trama secundară a fațadei și se prinde direct de planșee; prin țevi circulă apă caldă, asigurând încălzirea perimetrală. Parasolarele sunt realizate din profile I de aluminiu susținute de profile extrudate din aluminiu în formă de cruce, care, la un capăt, sunt fixate cu piese din oțel inoxidabil de scheletul fațadei cortină, iar la celălalt capăt sunt conectate la diagonale din oțel inoxidabil Ø 30 mm. Durata execuției: 18 luni.



SECȚIUNE VERTICALĂ PRIN PERETELE EXTERIOR

a) Grindă de oțel profil I 40 cm; b) Placă de beton pe tablă cutată 13 cm; c) Montant perete cortină din țevă rectangulară 120x60x5 mm cu circulație de apă caldă la interior; d) Termoizolație spumă rigidă 12 cm; e) Tablă de aluminiu 3 mm; f) Vitraj dublu culoare bronz; g) Geam simplu rezistent la șoc, cu strat de aer ventilat în spate; h) Tablă de aluminiu anodizat culoare bronz; i) Alimentare cu apă caldă; j) Retur apă caldă; k) Profil extrudat din aluminiu fixat cu piese din oțel inoxidabil de scheletul peretelui cortină; l) Grilă din aluminiu; m) Pardoseală supraînălțată; n) Tavan suspendat; o) Montaj geam cu profil din neopren și placă de presiune din aluminiu anodizat, bulonată pe rigla fixată de scheletul peretelui cortină.

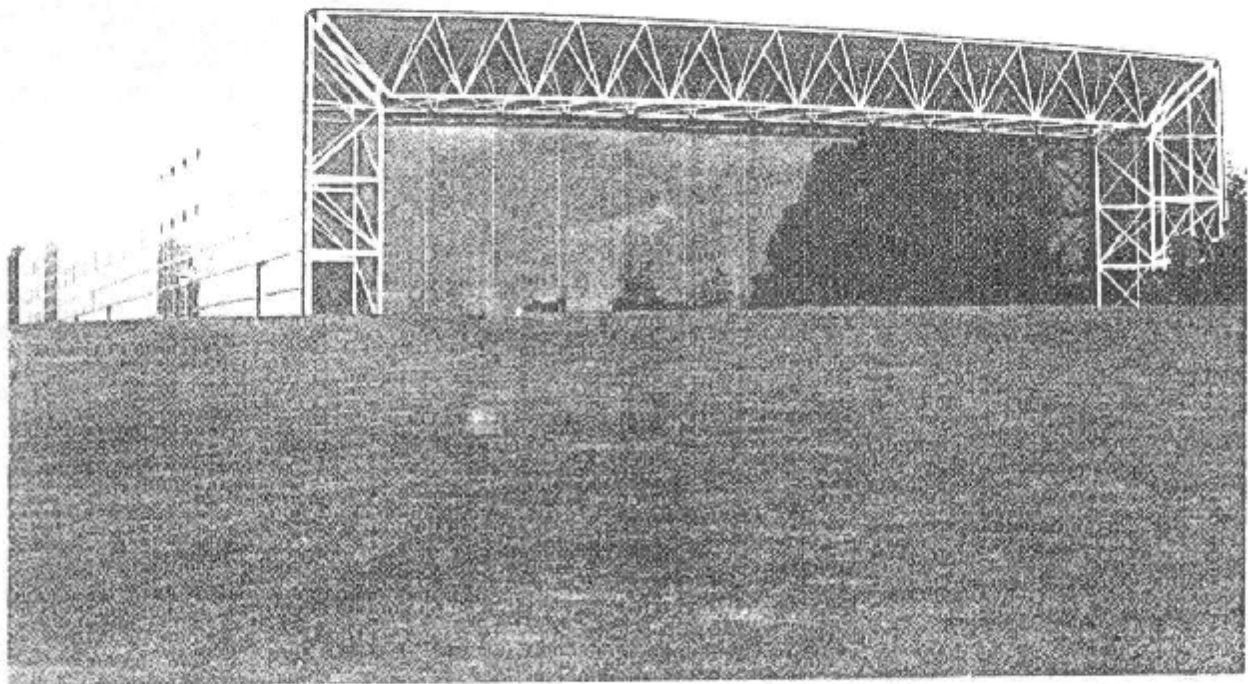
SAINSBURY CENTRE / Norwich, Anglia (1978)

Centru de artă, parter + supanță, cu stâlpi și grinzi spațiale în zăbrele și închideri tip sandwich.

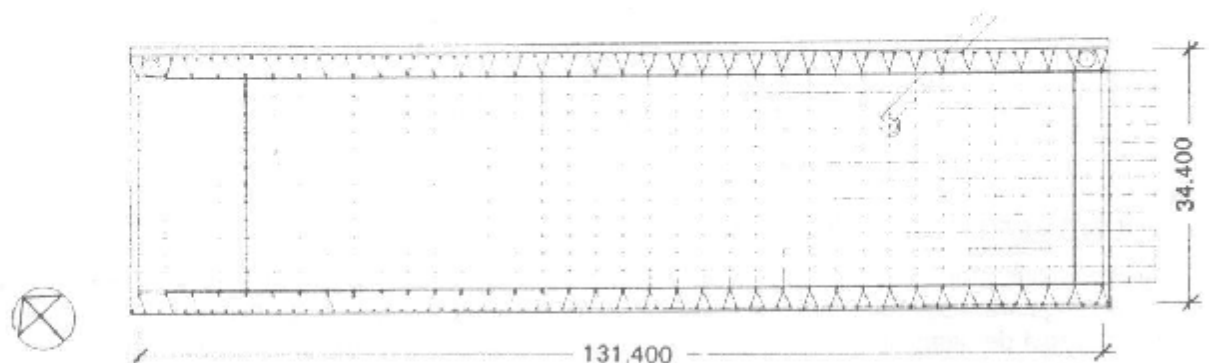
Arhitecți: Foster Associates

Ingineri de structuri: A. Hunt Associates

Clădirea, cu o formă simplă, rectangulară, este detaliată cu deosebită atenție pentru a dobîndi puritatea geometrică a liniilor și suprafețelor; este concepută ca un produs de înaltă calitate, cu componente preponderent produse în atelier, cu materiale scumpe, de efect dar și de mare fiabilitate, și cu toleranțele mult mai stricte decît în cazul tehnologiilor tradiționale.



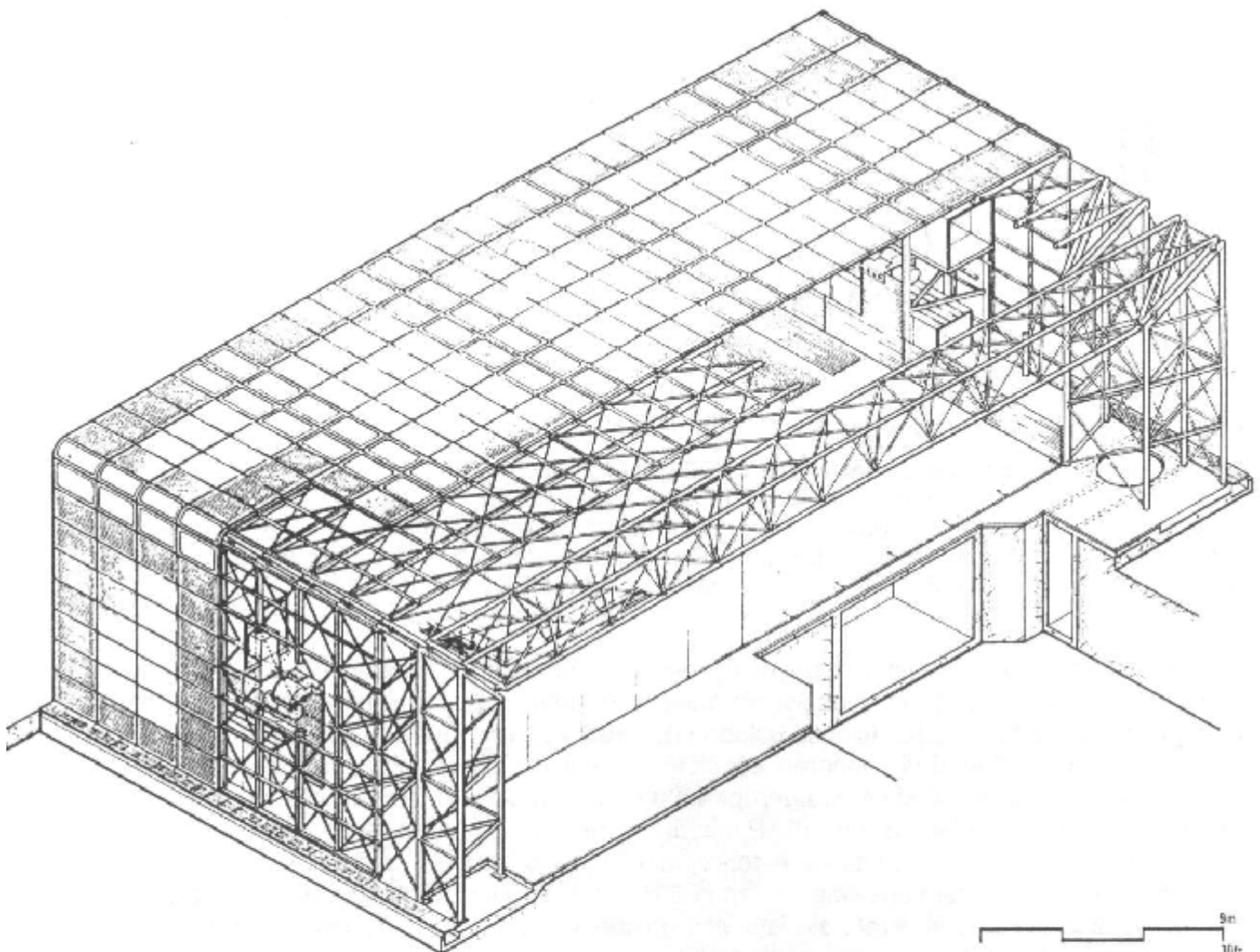
VEDERE DIN SPRE SUD



PLAN PARTER

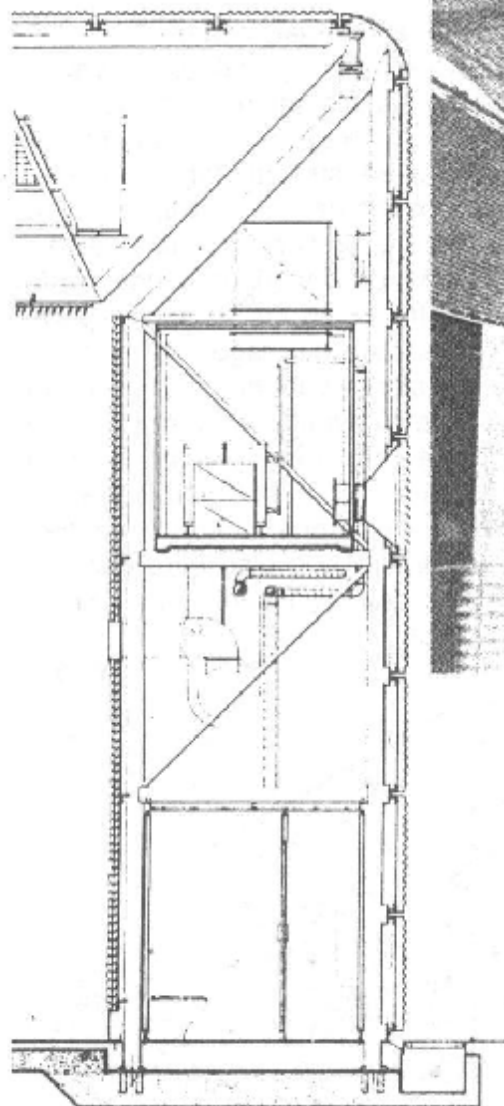
SAINSBURY CENTRE / Norwich, Anglia (1978)

Structura: 37 de grinzi reticulare spațiale cu secțiune triunghiulară, avînd înălțimea de 2.50 m și lățimea la partea superioară 1.80 m, care reazemă pe stâlpi reticulari spațiali, cu secțiune transversală triunghiulară aproape identică cu cea a grinzilor. Grinzile au o deschidere de 34.40 m și o contrasăgeată de 300 mm; rezemarea se face în două puncte, pe barele superioare înclinate ale stîlpului zăbreilit; deși induce o încovoiere suplimentară în barele stîlpului, rezemarea se face vertical la 300 mm de axul țevii exterioare a stîlpului, pentru a facilita racordarea închiderii cu continuitate de plan între perete și acoperiș; la una din extremități, reazemele permit glisarea, lăsînd liber jocul dimensional din variații de temperatură. Pe lungimea clădirii sunt prevăzute două rosturi de dilatare. La extremitățile clădirii și de o parte și de alta a rosturilor, cîte două rînduri de grinzi și stâlpi sunt asociate cu diagonale în planul învelitorii, pentru preluarea forțelor orizontale; cele de la capetele clădirii sunt asociate și la fața interioară. Stîlpii descarcă pe benzi de fundare din beton, asociate planșeului. Pentru a permite trecerea, la nivelul de călcare diagonalele stîlpului lipsesc, acesta comportîndu-se parțial ca un cadru. Stîlpii și grinziile sunt din țevi rotunde, îmbinate prin sudură în atelier; stîlpii au fost aduși în șantier la gabaritul final, iar grinziile din două tronsoane, solidarizate prin sudură în șantier, după punerea în poziție. Datorită sistemului de închideri cu continuitate de plan între pereți și acoperiș, toleranțele de execuție admise au fost extrem de mici (ex. pentru distanțele stîlpi-grinzi ± 3 mm pe orizontală și verticală). Durate de execuție: 18 luni.



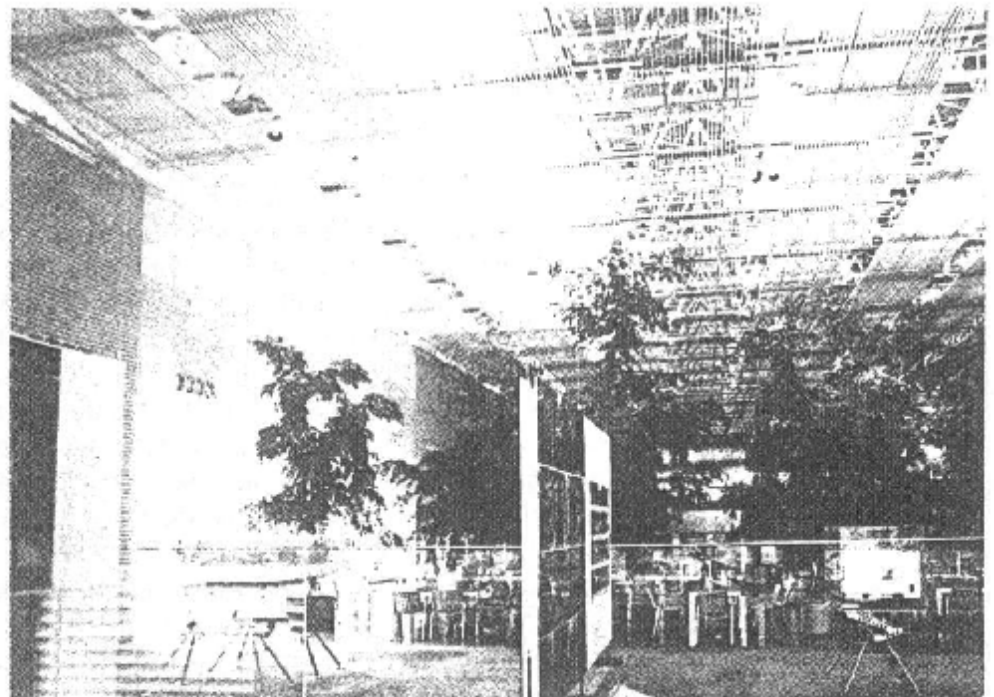
VEDERE AXONOMETRICĂ DIN SPRE SUD

SAINSBURY CENTRE / Norwich, Anglia (1978)

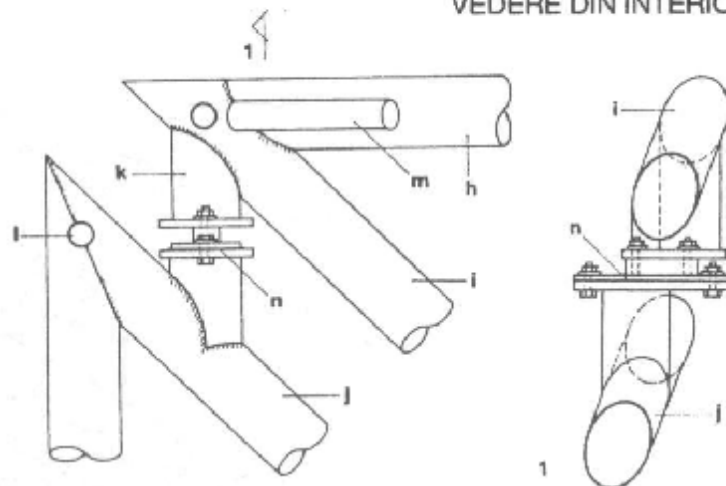


SECȚIUNE VERTICALĂ PRIN PERETE

Spațiul interior este separat de închiderile exterioare printr-o zonă-tampon ce conține structura, serviciile și alte utilități; zona respectivă este închisă cu lamele reglabile din aluminiu (similare celor din tavan)



VEDERE DIN INTERIOR

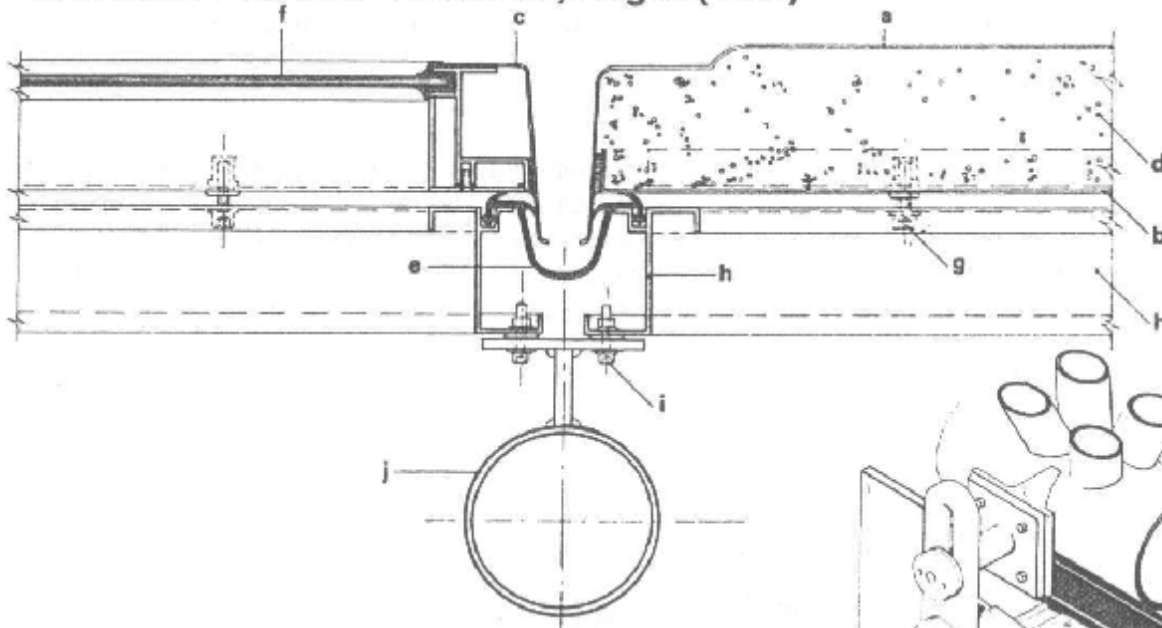


REZEMARE GRINDĂ-STÎLP CARE PERMITE GLISAREA

h) Bară superioară în lungul grinzii; i) Bară diagonală a grinzii; j) Bară diagonală a stîlpului; k) Țeavă de rezemare; l) Bară transversală; m) Rigidizare diagonală; n) Placă de oțel cu găuri ovale pe suport din teflon.

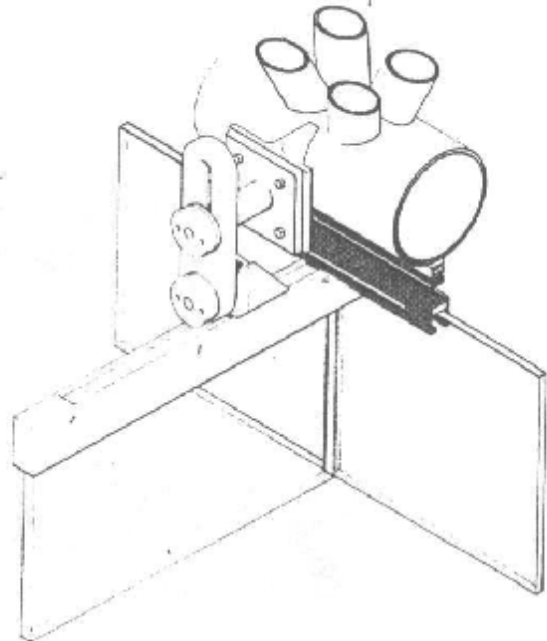
Inchiderile: Aceleași la nivelul acoperișului și pereților, constau din panouri modulare - pline, cu grilă sau cu geam - toate de aceleași dimensiuni. Panourile sunt susținute de un schelet din profile Z de aluminiu extrudat, fixat cu buloane de structura principală și sunt fixate într-un raster 1.80 x 1.20 m din benzi de neopren asociate scheletului din aluminiu extrudat; benzile de neopren verticale folosesc și ca scurgeri pluviale cu descărcare în canale colectoare din beton prefabricat dispuse în lungul clădirii. Panourile curbe de colț sunt pline sau transparente. Panourile pline sunt constituite, la exterior, din aluminiu puternic reflectant, la interior tot aluminiu, iar la mijloc termoizolație din spumă de rășină fenolică sau polistiren (la panourile curbe). Inchiderile complet vitrate ale fațadelor de capăt sunt realizate din geam rezistent la șoc în panouri de 2.40 x 7.50 m, susținute de lamele din sticlă fixate la nivelul tavanului și pardoselii.

SAINSBURY CENTRE / Norwich, Anglia (1978)

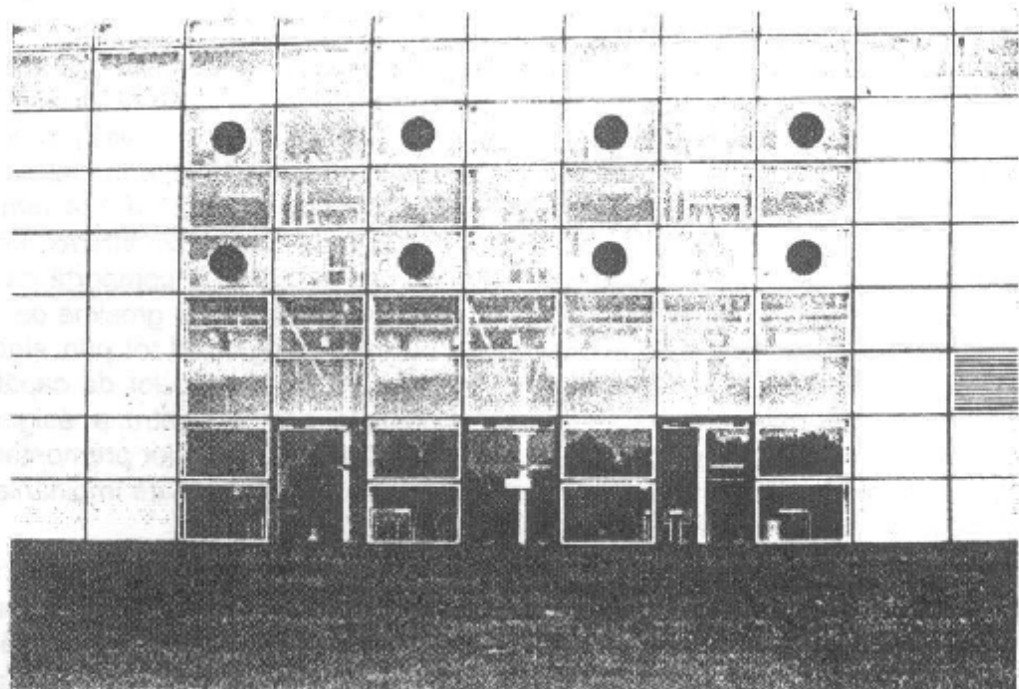


SECȚIUNE ORIZONTALĂ PRIN PERETELE EXTERIOR,
INTRE PANOU PLIN ȘI PANOU VITRAT

a) Față exterioară din aluminiu; b) Față interioară din aluminiu; c) Ramă din aluminiu; d) Termoizolație; e) Profil din neopren; f) Geam laminat; g) Șuruburi din oțel inox (6 /panou); h) Schelet de fațadă din aluminiu extrudat emailat; i) Bolț și piuliță din oțel inox; j) Teavă exterioară a grinzii / stîlpului reticular.



IMBINARE INTRE GRINDA RETICULARĂ
ȘI VITRAJUL DIN FAȚADELE DE CAPĂT



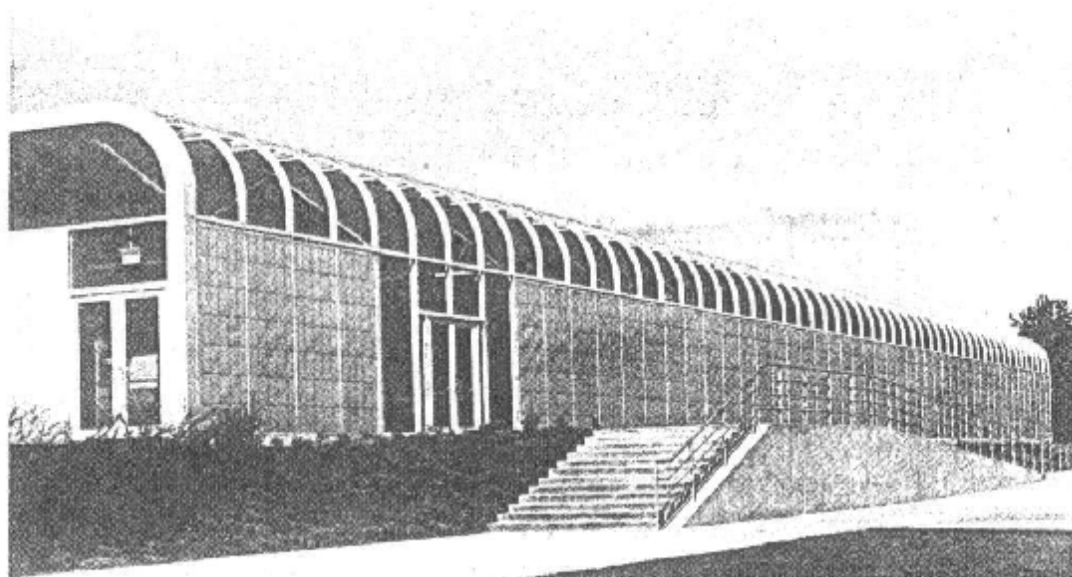
FAȚADA SUD-VEST: ZONA INTRĂRII

ST. MARY'S ATHLETIC FACILITY / Notre Dame, Indiana, SUA (1977)

Sală de sport multifuncțională, cu suprastructură din oțel și infrastructură de beton.

Arhitecți și ingineri de structuri: C. F. Murphy Associates

Clădirea este parțial îngropată (cca 4 m) fiind înconjurată de o colină artificială de 1.20 m înălțime deasupra cotei terenului natural; ca atare cca 50% din suprafața închiderilor nu este expusă, ceea ce determină un volum (cu înălțime necesară relativ mare) mai puțin agresiv în raport cu contextul și economii în consumul de energie. Clădirea este un exemplu de produs arhitectural ce îmbină fericit trei elemente fundamentale: geometrie, funcțiune și posibilități tehnologice.

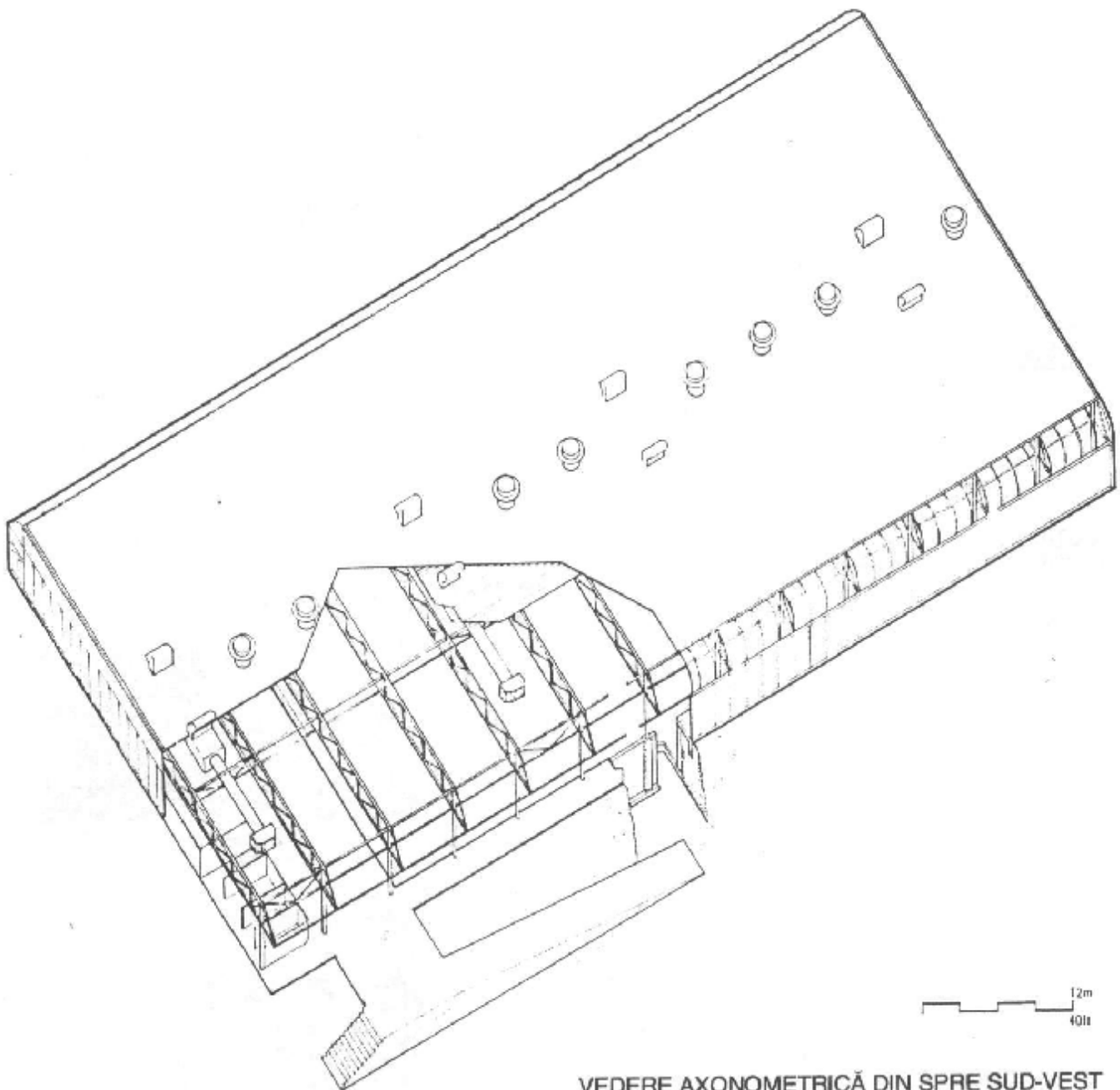


VEDERE DIN SPRE SUD-VEST

Structura: Infrastructura (pereți 30 cm + placă 15 cm) este din beton turnat in situ, iar suprastructura din stâlpi și grinzi în zăbrele de oțel. Grinzile de acoperiș, cu deschideri de 36.60 m, reazemă pe stâlpi circulari din oțel ce descarcă pe pereții longitudinali ai infrastructurii. Grinzile au 1.68 m înălțime și sunt dispuse la un interax de 6.10 m; în sens longitudinal, la 1/3 din deschidere și pe linia stâlpilor, tălpile inferioare și superioare ale grinzilor sunt asociate cu profile din oțel; la fiecare 4 deschideri, acestea sunt contravîntuite în plan vertical cu diagonale în K. Peste grinzi reazemă tabla suport a acoperișului cu cute de 114 mm înălțime, asociată tălpile superioare ale grinzilor prin suduri în puncte la cca 30 cm interax. Forțele orizontale pe direcție transversală sunt preluate de grinzi și stâlpi, care se comportă ca niște cadre rigide articulate la bază. Stâlpii, foarte solizi, sunt din țevă rotundă cu grosime de 12 mm. Pe direcție longitudinală, forțele laterale sunt preluate de stâlpi și rigidizări tot prin efect de cadru. Toate grinzile au o contrasăgeată inițială de 178 mm, cu excepția celor de capăt unde, cu ajutorul unor tensori axiali, contrasăgeata este redusă la cca 1/2 pentru a asigura compatibilitatea deplasărilor cu cele ale peretelui. Grinzile au fost aduse în șantier premontate în trei tronsoane și solidarizate in situ cu suduri; toate sudurile au fost testate. Toate îmbinările bulonate folosesc buloane de înaltă rezistență. Durata de execuție: 11 luni.

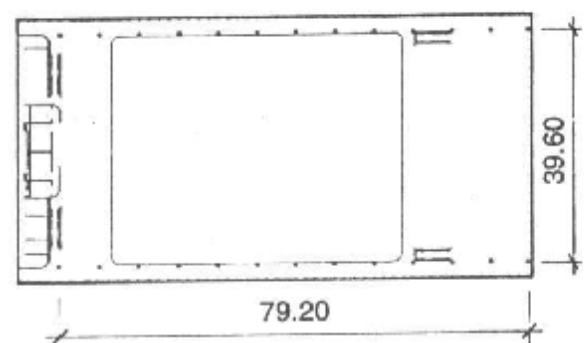
Inchiderile: Panourile verticale translucide au 64 mm grosime și 3.66 m înălțime; constau în două plăci de poliester armat cu fibre de sticlă și termoizolație între ele; sunt montate pe un schelet din aluminiu. Panourile transparente curbe de la partea superioară sunt realizate din plăci acrilice (cu bună comportare la factorii climatici) montate în profile de aluminiu; la același nivel, la capetele clădirii, vitrajul este realizat din geam clar flotat de 13 mm.

ST. MARY'S ATHLETIC FACILITY / Notre Dame, Indiana, SUA (1977)



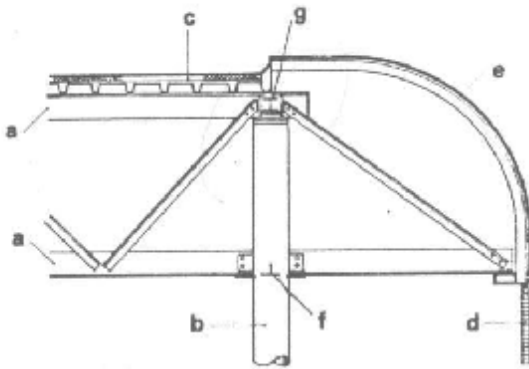
12m
40ft

VEDERE AXONOMETRICĂ DIN SPRE SUD-VEST

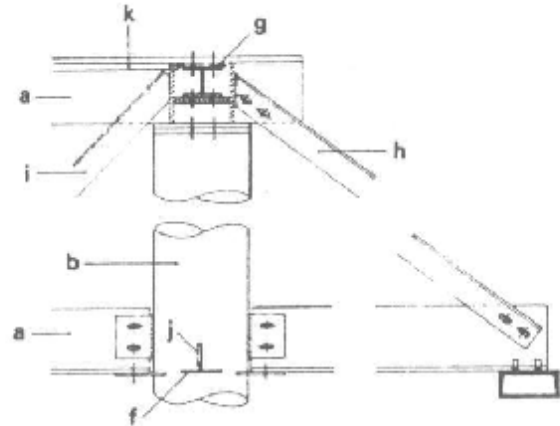


PLAN NIVEL SUPERIOR

ST. MARY'S ATHLETIC FACILITY / Notre Dame, Indiana, SUA (1977)

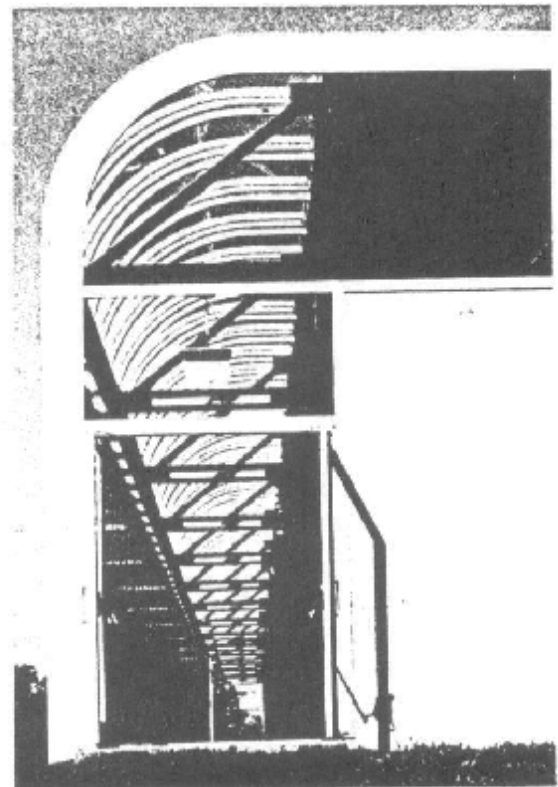


SECȚIUNE VERTICALĂ PRIN FAȚADA SUD:
RACORDARE ÎNTRE PERETE ȘI ACOPERIȘ



DETALIU DE ÎMBINARE ÎNTRE STÎLP ȘI GRINDĂ

a) Grindă în zăbrele $h = 1.68$ m; b) Stîlp din țevă rotundă $\varnothing 32$ cm, cu grosimea de 12 mm; c) Tablă cutată + termoizolație; d) Panouri termoizolate din poliester armat pe schelet din aluminiu; e) Placă curbă transparentă din rășini acrilice, 6 mm grosime, cu profile de aluminiu; f) Legătură longitudinală de rigidizare - profil inferior; g) Legătură longitudinală de rigidizare - profil superior; h) 2 corniere 85 x 85 x 6 mm, prevăzute cu găuri ovale; i) 2 corniere 85 x 85 x 8 mm; j) placă de oțel 9 mm grosime sudată de stîlp; k) legătură diagonală temporară din bară de oțel $\varnothing 25$ mm.



VEDERE A COLȚULUI DE SUD-EST

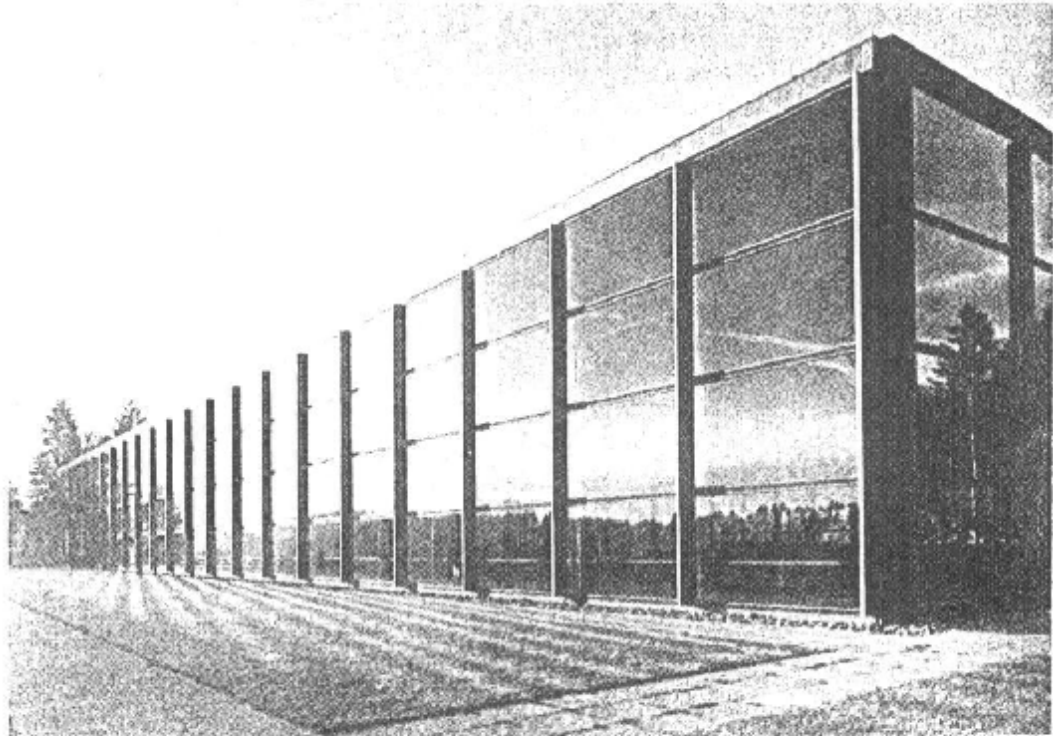
SPORTS HALL MAGGLINGEN / Magglingen, Elveția (1976)

Sală de sport în cadrul unei școli de gimnastică, cu structură din oțel și infrastructură de beton.

Arhitect: M. Schlup

Ingineri de structuri: Schaffner and Dr. Mathys

Clădirea are o formă simplă, prismatică, îmbrăcată în sticlă, constituind o prezență discretă în relația cu peisajul natural; înălțimea utilă relativ mare este mascată prin îngroparea clădirii cu cca 4 m sub nivelul terenului.



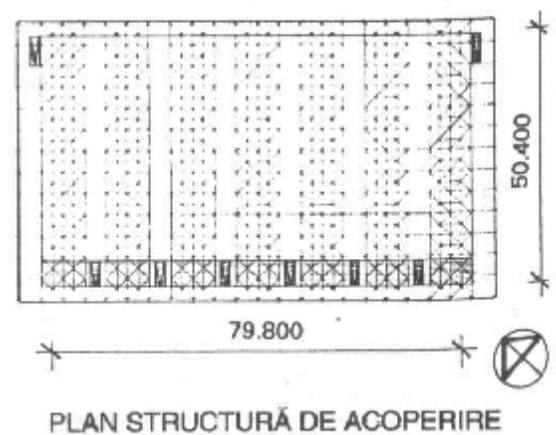
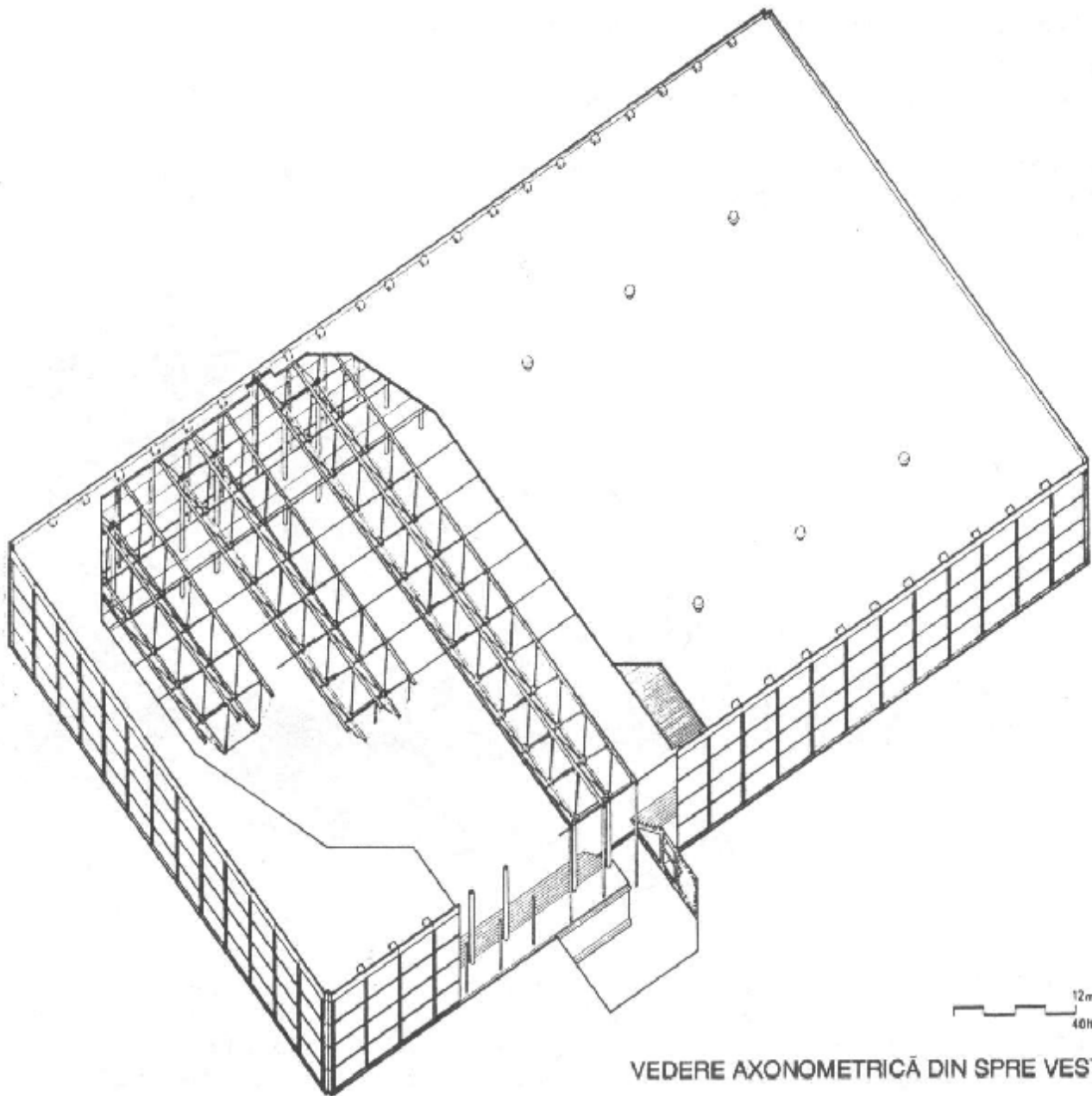
VEDERE DIN SPRE NORD

Structura: 7 grinzi reticulare spațiale cu raportul dintre înălțime și deschidere $h/d = 1/24$, jumătate față de cel caracteristic grinzilor reticulare plane; planșeu din tablă cutată cu secțiune înaltă, pe 4.20 m deschidere. Grinzile descarcă la fiecare capăt pe câte doi stâlpi circulari din țevă de oțel cu grosimea de 25 mm; la capătul celor trei bare în consolă față de stâlp este prevăzut un cablu vertical de pretensionare, care introduce întinderi suplimentare în barele de sus și compresii în barele diagonale în consolă, determinând reducerea încovoierii și săgeții în mijlocul deschiderii. În afară de folosirea pretensionării, structura este originală prin aceea că nu are contravînturi verticale și nici în planul învelitorii, absența primelor fiind posibilă datorită îmbinării rigide a stâlpilor la fundație, și a celorlalte datorită prezenței diagonalelor în alcătuirea grinzilor spațiale. Această rezolvare conduce la o structură elegantă cu prețul unui mic consum suplimentar de oțel (în total 420 t de oțel, respectiv 83 kg / mp).

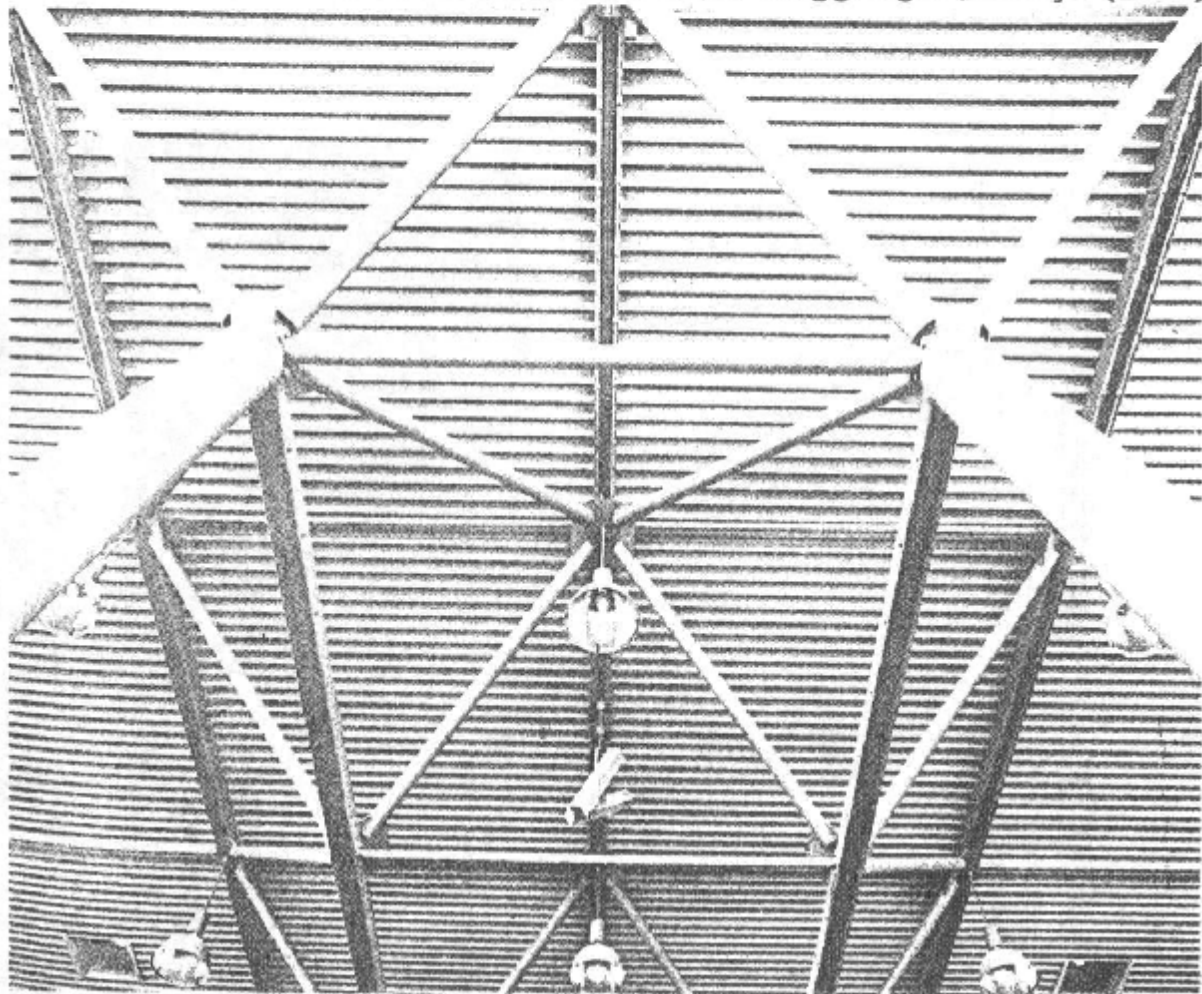
Fiecare grindă spațială a fost executată din 3 tronsoane, fiecare tronson fiind realizat prin solidarizarea cu buloane a barelor transversale și grinzilor în zăbrele plane preuzinate la cca 18 m lungime; grinzile plane sunt 4 și conțin diagonalele grinzii spațiale. Cele 3 tronsoane au fost ridicate și poziționate pe stâlpi și 2 popi provizorii pînă la asamblarea definitivă. Durata de execuție: 24 de luni.

Inchiderile: Perete cortină integral vitrat, cu o structură din oțel cu trama 4.20 x 2.25 m; stâlpii de fațadă sunt fixați numai sus și jos; pe fațadele lungi, prinderea la partea superioară de grinzi spațiale permite glisarea, pentru a lăsa libere deformațiile din variații de temperatură.

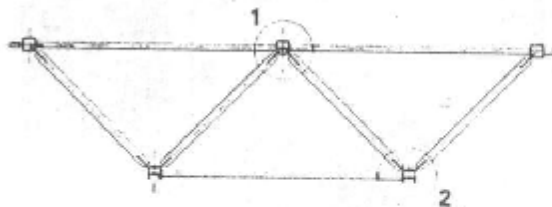
SPORTS HALL MAGGLINGEN / Magglingen, Elveția (1976)



SPORTS HALL MAGGLINGEN / Magglingen, Elveția (1976)



VEDERE DE JOS ÎN SUS ÎN LUNGUL GRINDII SPAȚIALE

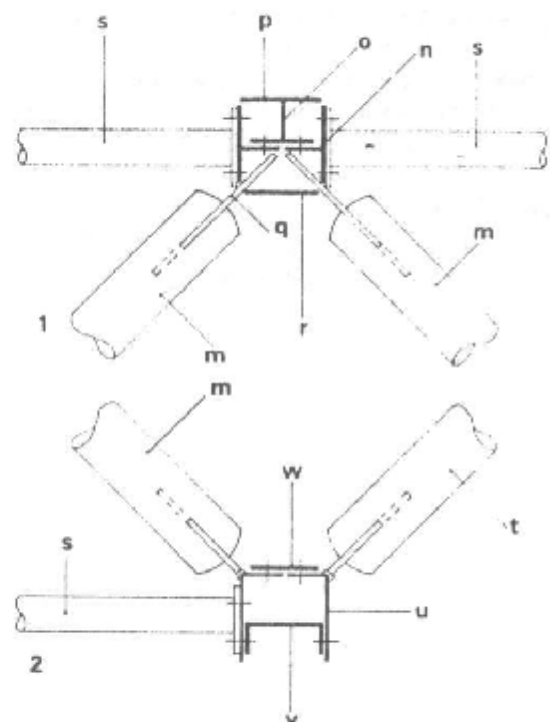
SECȚIUNE TRANSVERSALĂ CURENTĂ
PRINTR-O GRINDĂ RETICULARĂ SPAȚIALĂ

Lățime la partea superioară: 8.40 m

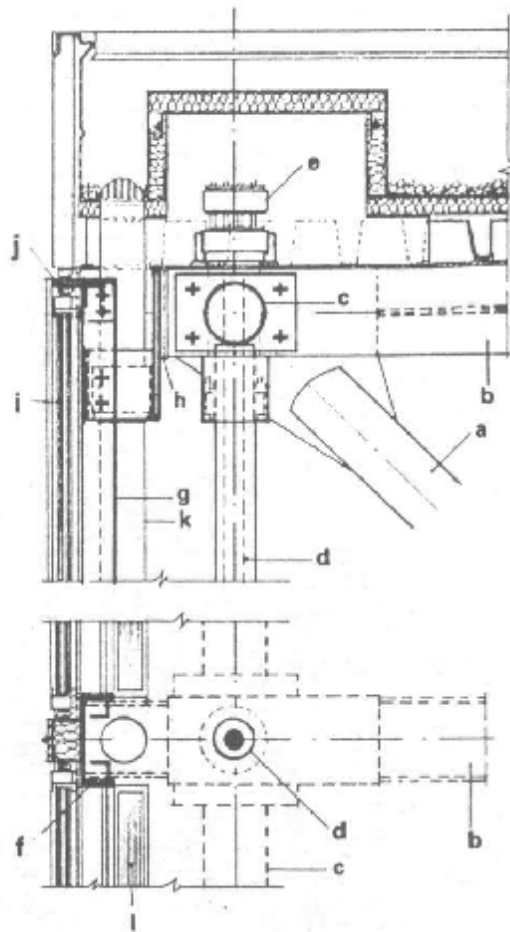
Înălțime: 2.10 m

DETALII NODURI 1 și 2

m) Diagonală din țevă rotundă de oțel 140 x 4.0 mm; n) Placă de capăt pentru diagonală; o) Jumătate de profil I 20; p) Platbandă superioară continuă 180 x 14 mm sudată de profilul I; q) Plăci 150 x 104 x 10 mm de o parte și de alta a barei transversale; r) Placă de ranforsare la partea inferioară 170 x 620 x 10 mm, sudată; s) Bară transversală din țevă rotundă de oțel 82.5 x 3.2 mm; t) Diagonală din țevă rotundă de oțel 139.7 x 7.1 mm; u) 2 LL 200 x 100 x 10 mm; v) Profil U 18; w) Platbandă continuă 150 x 12 mm.

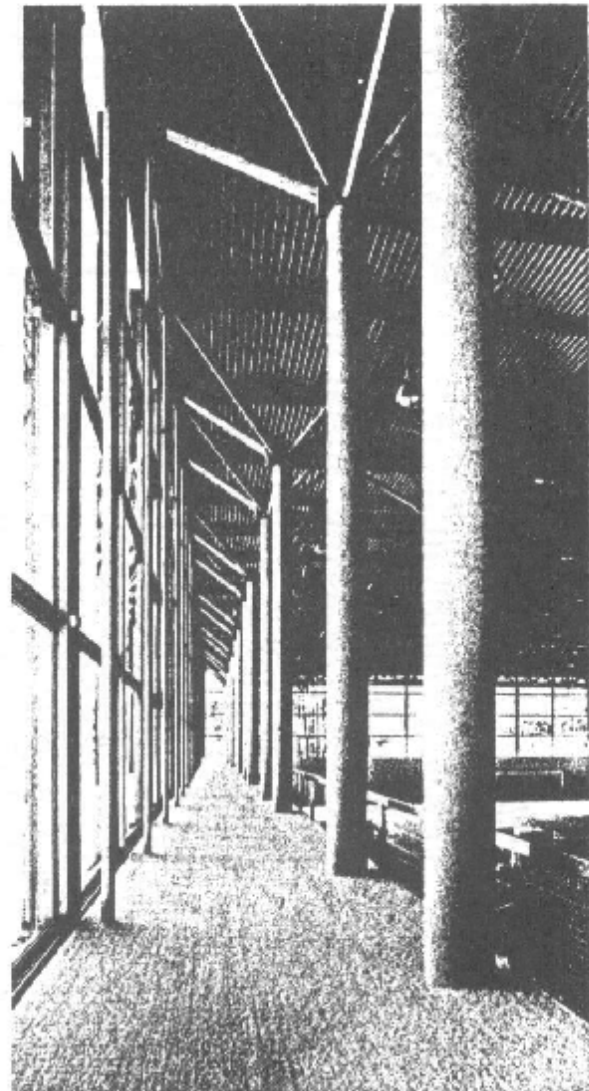


SPORTS HALL MAGGLINGEN / Magglingen, Elveția (1976)



a) Bară diagonală; b) Bară longitudinală superioară;
c) Bară transversală; d) Cablu de pretensionare în
țeavă de oțel Ø 95 mm; e) Ancoraj cablu; f) Profil
U 20; h) Prinderea profilului U de grindă, cu
posibilitate de glisare; i) Vitraj dublu cu geam de
8 mm, cu ochiuri de 4.20 x 2.25 m; j) Traversă
profil T; k) Coloană pluvială; l) Grilă încălzire.

SECȚIUNE VERTICALĂ (sus)
ȘI ORIZONTALĂ (jos) PRIN FAȚADĂ
în dreptul unei coloane pluviale



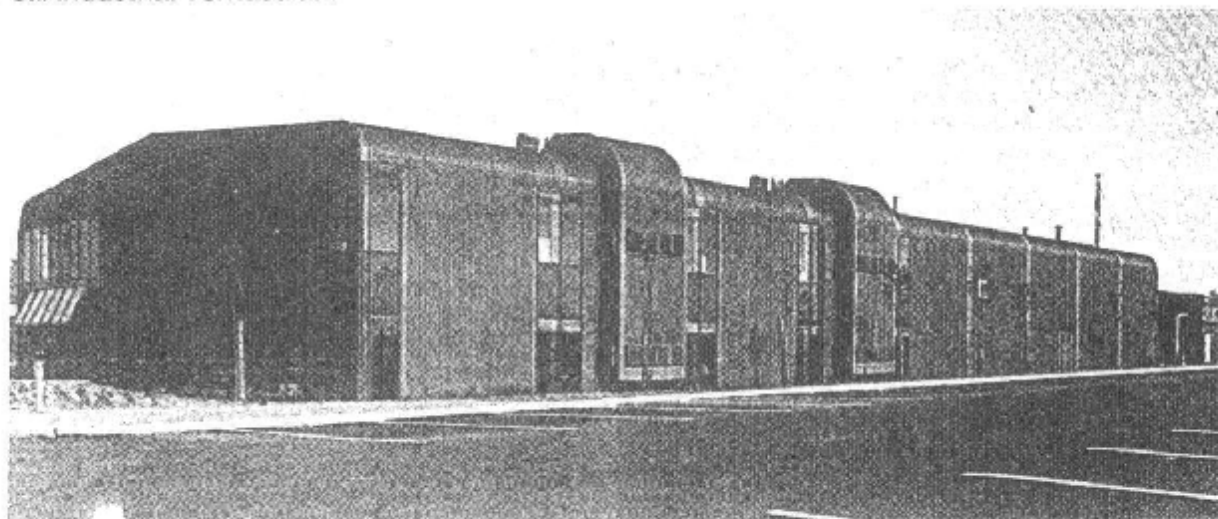
VEDERE DIN INTERIOR A FAȚADEI NORD-EST

CHLORIDE TECHNICAL OFFICES / Swinton, Manchester, Anglia (1978)

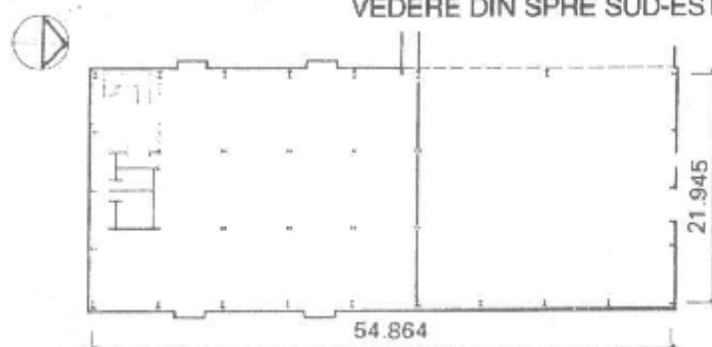
Birouri și atelier de producție, cu structură din oțel și închideri metalice tip sandwich.

Arhitecți și ingineri de structuri: Building Design Partnership

Este o soluție constructivă devenită 'clasică' pentru hale industriale, sub forma unor sisteme prefabricate. Clădirea, amplasată într-o zonă industrială, demonstrează calitatea reală care poate fi obținută cu această tehnologie și potențialului arhitectural al tablei cutate, exemplificând un 'stil industrial vernacular'.

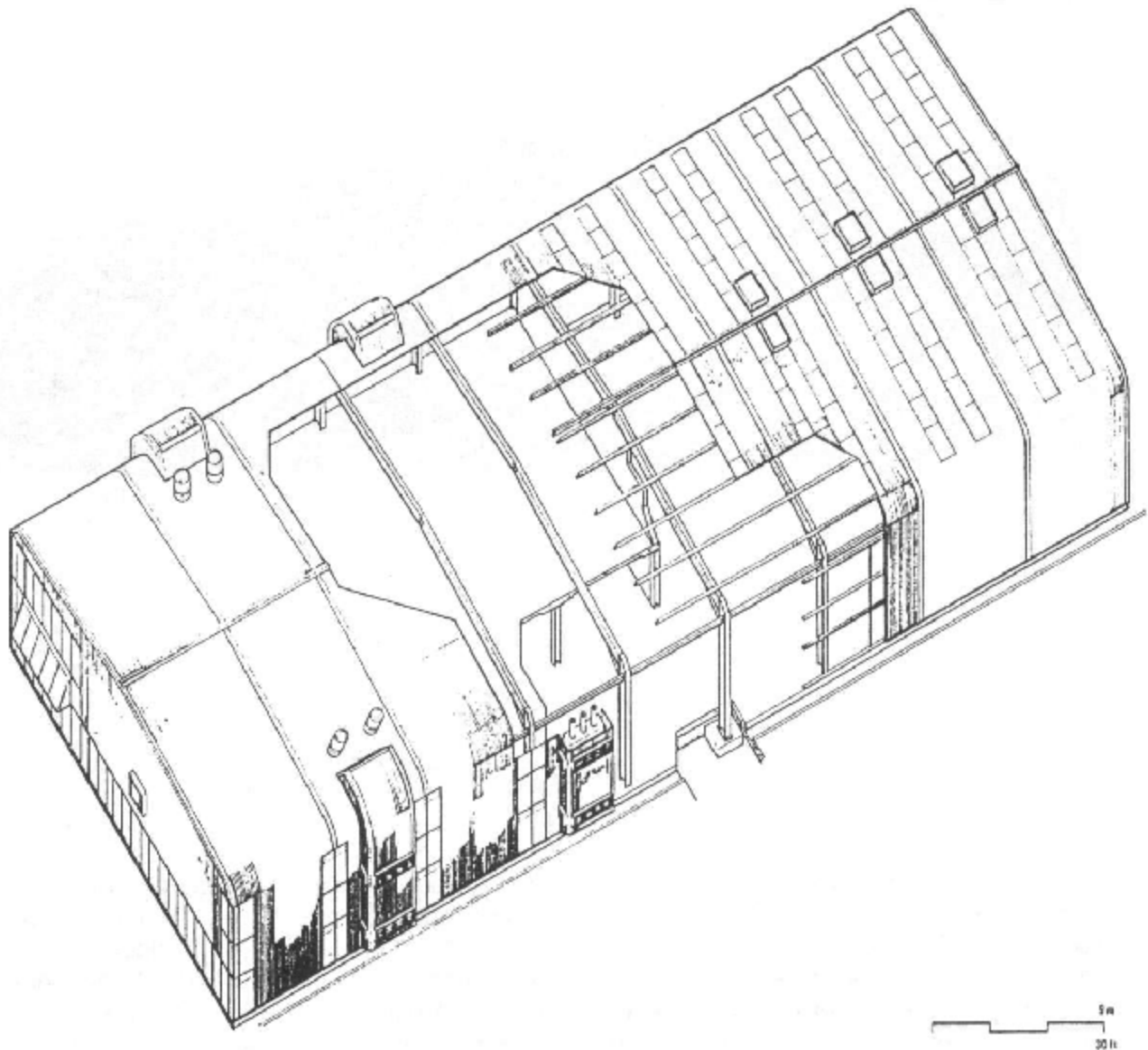


VEDERE DIN SPRE SUD-EST



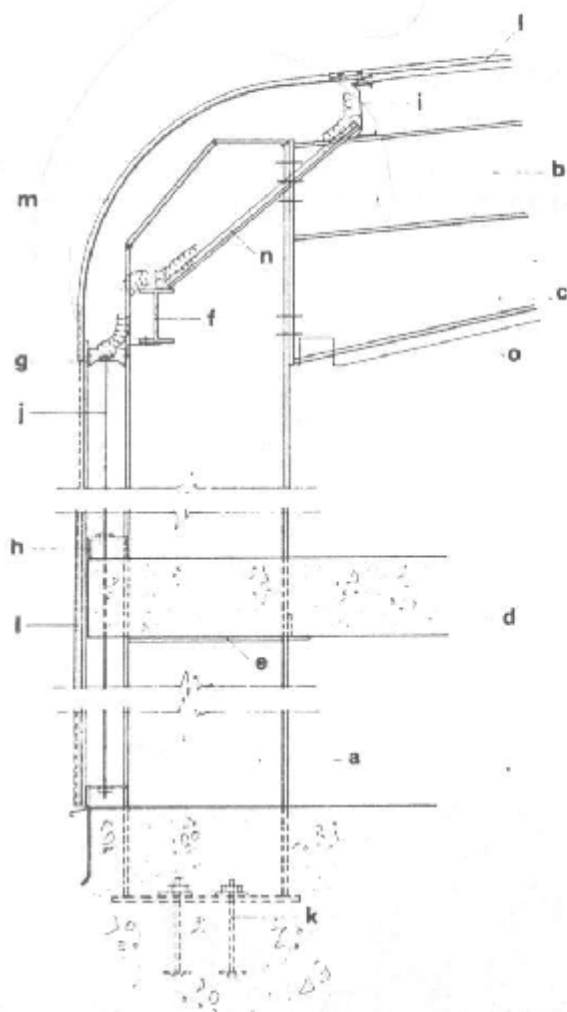
PLAN PARTER

Structura: Într-un unic volum prismatic, clădirea include două corpuri separate printr-un perete de cărămidă de 45 cm: corpul de birouri are 2 nivele, atelierul are 1 nivel. Pentru corpul de birouri, constă în 6 cadre portal din profile I de oțel la 6.09 m interax, cu o deschidere de 22 m; îmbinarea grindă - stîlp este întărită cu un profil suplimentar cu înălțime variabilă adăugat la partea inferioară a grinzii (grindă 'vutată'). Pe direcție longitudinală, capetele superioare ale stîlpilor sunt asociate cu o grindă de rigidizare. Planșeul nivelului superior de birouri este constituit dintr-o dală de b.a. de 25 cm, susținută de stîlpii marginali și de stîlpi intermediari, cu o tramă de 6.10 x 7.32 m; în dreptul stîlpilor, grosimea dalei este majorată la 30 cm. Atelierul are același tip de structură cu cadre portal; pe una din fațade 2 dintre stîlpi au fost suprimați iar încărcările din acoperiș sunt preluate de o grindă marginală care le transferă stîlpului rămas. Forțele orizontale sunt preluate de cadrele transversale rigide, articulate la bază; plăcile de bază ale stîlpilor sunt fixate de fundații cu cîte 4 buloane $\varnothing$ 19 mm, dispuse în colțurile unui pătrat cu latura de 200 mm. Pe direcția longitudinală, forțele orizontale sunt preluate prin efectul de cadru creat de conlucrarea dintre placa de beton și stîlpi; stîlpii interiori sunt fixați la fundații cu 4 buloane dispuse în colțurile unui pătrat cu latura 400 mm și o placă de bază de 30 mm grosime, realizîndu-se o îmbinare semi-rigidă.

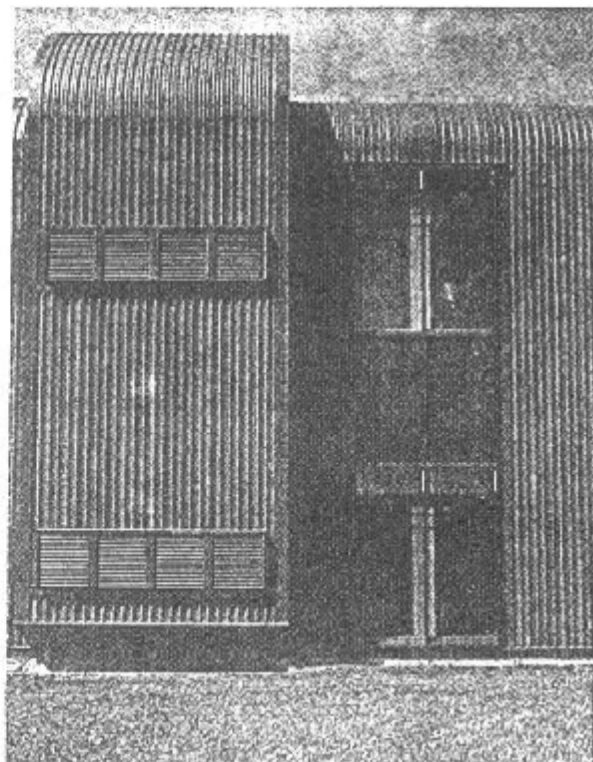
CHLORIDE TECHNICAL OFFICES / Swinton, Manchester, Anglia (1978)

VEDERE AXONOMETRICĂ DIN SPRE SUD-EST

CHLORIDE TECHNICAL OFFICES / Swinton, Manchester, Anglia (1978)



SECȚIUNE VERTICALĂ PRIN
PERETELE EXTERIOR ÎN ZONA DE BIROURI



DETALIU DE FAȚADĂ EST (VEST)
ÎN ZONA UNUI BOVINDOU
PENTRU ECHIPAMENTE DE AER CONDIȚIONAT

a) Stîlp profil I 602 x 228 mm; b) Grindă profil I 356 x 171 mm; c) Profil I de ranforsare a nodului; d) Îngroșare a plăcii de beton la 30 cm în dreptul stîlpilor; e) Placă suport din oțel 100 x 20 mm, sudată de stîlp; f) Grindă de bordaj profil I 203 x 133 mm; g) Profil din tablă formată la rece; h) Profil U 152 x 76 mm; i) Montant din tablă formată la rece 200 x 75 mm; j) Bară de suspendare din oțel $\varnothing$ 12 mm; k) 4 bolturi $\varnothing$ 19 mm, $l = 305$ mm + placă de bază 20 mm grosime; l) Panou sandwich cu fețe din tablă de oțel; m) Tablă de oțel; n) Placă ipsos + termoizolație; o) Tavan suspendat.

Închiderile: Atît pereții cît și acoperișul sunt realizați cu un sistem de panouri sandwich standardizate, cu lățimi de 715 mm, cu fața exterioară din tablă cutată de culoare brun închis. Panourile curbate sunt realizate dintr-un unic strat de tablă, cu termoizolație separată din fibre de sticlă și închidere interioară din plăci de ipsos. Vitrajele sunt din geam de 6 mm în culoarea bronzului, cu schelet secundar din aluminiu. Panourile de acoperiș reazemă pe grinzi secundare din profile de tablă formate la rece, de 200 mm înălțime, la cca 2 m interax. Panourile de pereți sunt susținute de 4 rigle orizontale, din profile U de tablă, fixate de stîlpii principali și între ele cu bare de suspendare. Rosturile verticale între panouri sunt acoperite cu benzi plane care ritmează fațada. Clădirea nu are jgheaburi și burlane; deasupra ferestrelor sunt prevăzute profile de protecție; ploaia se scurge pe pereți și este colectată la partea inferioară într-un canal de beton prefabricat. Terminațiile plăcilor de acoperiș sunt etanșate cu 2 rînduri de mastic de butil. Durata de execuție: 8 luni.

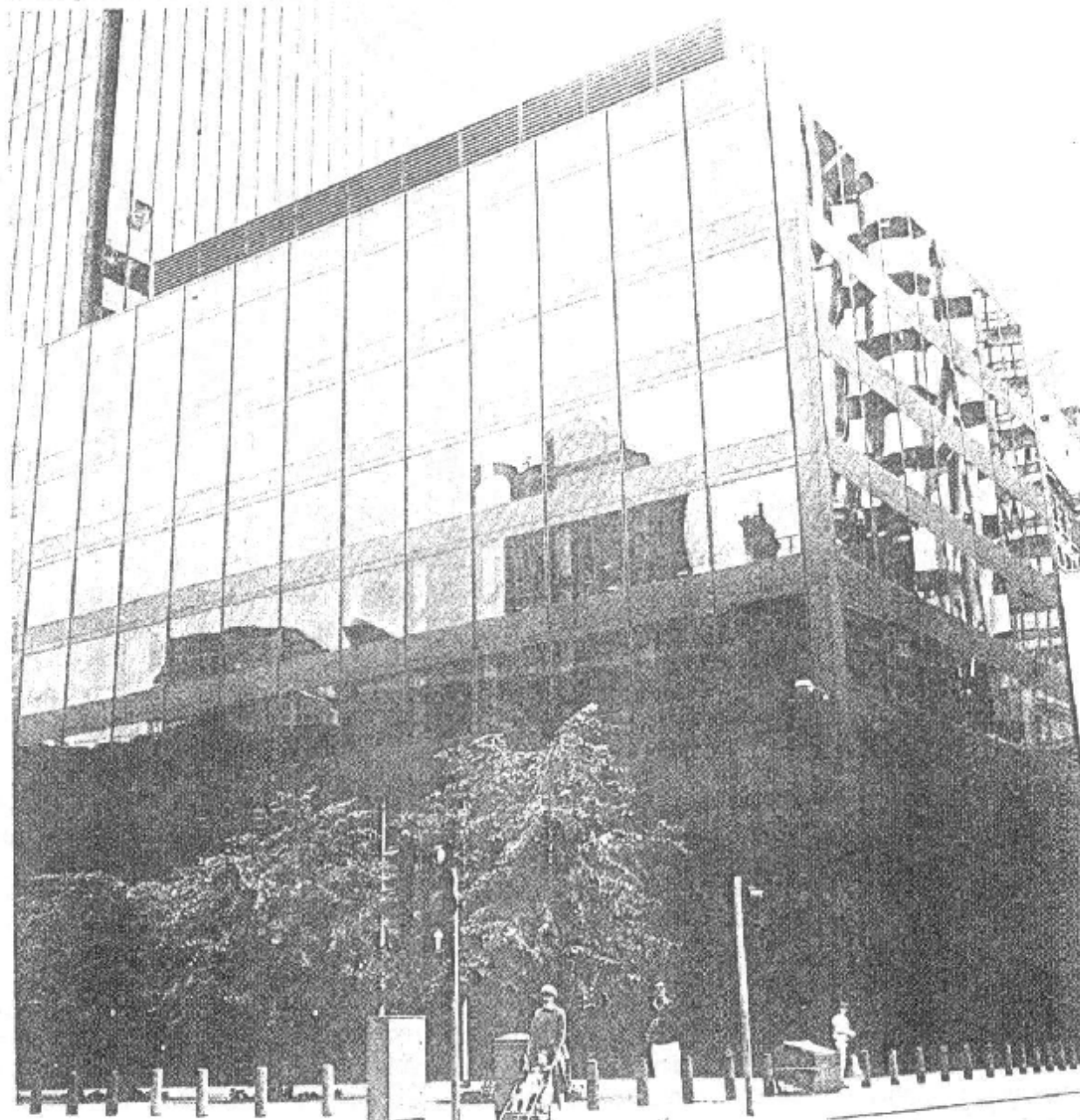
BANQUE BELGE OFFICES / Londra, Anglia (1977)

Clădire de birouri cu 7 nivele, cu structură din oțel și pereți cortină din aluminiu.

Arhitecți: GMW Partnership

Ingineri de structuri: Scott, Wilson, Kirkpatrick and Partners

Exemplu tipic de clădire comercială de birouri, având 70% din aria de nivel liberă; circulațiile verticale și serviciile sunt grupate într-un tub de beton armat, cu rol de contravîntuire.

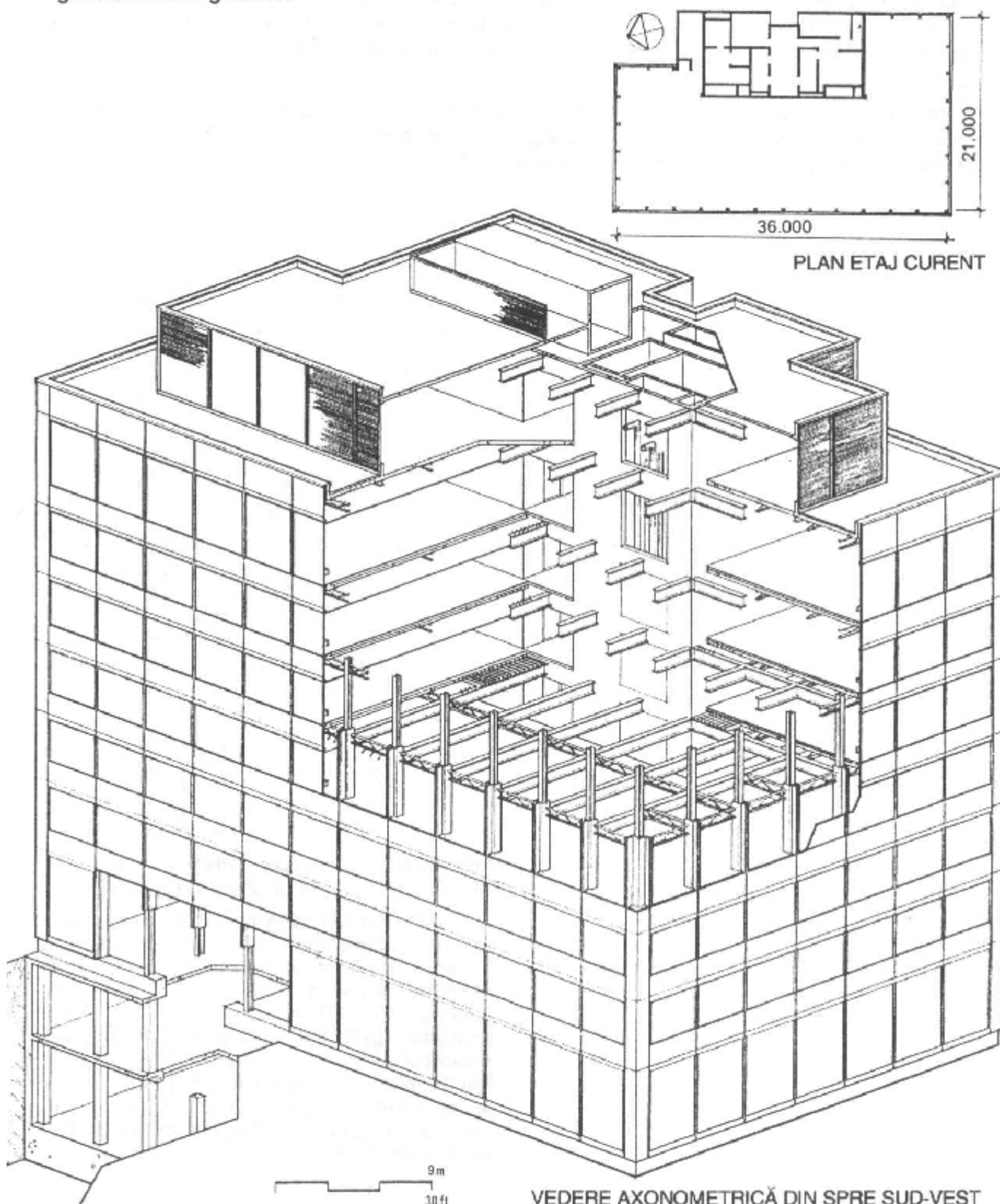


VEDERE DIN SPRE SUD VEST

Structura: Stâlpi perimetrali din profile H (203 x 203 mm la parter); nu există stâlpi intermediari. Grinzile cu deschidere 12 m din profile I (610 x 229 mm), la 3 m interax, reazemă pe stâlpii perimetrali și pe tubul de beton; la jumătatea deschiderii, grinzile principale sunt asociate între ele cu grinzi în zăbrele, pentru eliminarea vibrațiilor; grinzi de bordaj în zăbrele. Grinzile sunt asociate cu gujoane unei plăci de 14 cm din beton ușor turnat peste tablă cutată; greutatea relativ mică a plăcii reduce încărcarea stâlpilor perimetrali.

BANQUE BELGE OFFICES / Londra, Anglia (1977)

Jumătate din încărcările gravitaționale și toate forțele orizontale sunt preluate de tubul rigid din beton. Stâlpii perimetrali fiind foarte zvelți nu preiau nici un fel de încovoiere substanțială, nici din acțiuni gravitaționale, nici din cele orizontale. Placa de beton lucrează ca o diafragmă rigidă, transferind încărcările orizontale către tub. Infrastructura are 2 nivele; fundația este un radier general de 2 m grosime.



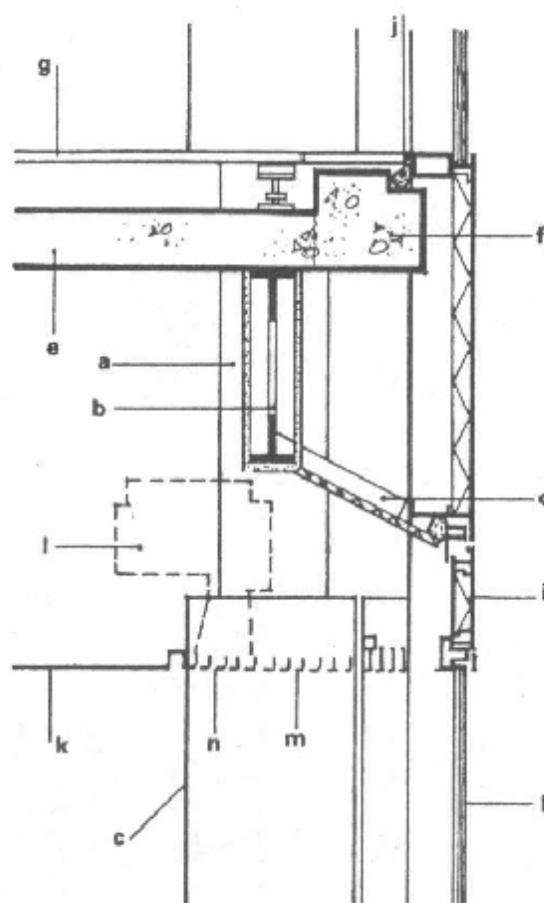
După ORTON, Andrew, *The way we built now: form, scale and technique*. Van Nostrand Reinhold (UK) Co.Ltd. 1988.

BANQUE BELGE OFFICES / Londra, Anglia (1977)

Elementele structurale principale din oțel au asigurată o rezistență la foc de 2 ore prin folosirea unui spray mineral pentru grinzi și îmbrăcarea în plăci de vermiculit cu față de aluminiu a stîlpilor. Grinzile în zăbrele perimetrale sunt îmbrăcate în plăci de vermiculit și fac parte dintr-o barieră antifoc între nivele, avînd dedesupt o gură de evacuare a fumului.

Inchiderile: Scheletul peretelui cortină, din profile de bronz de aluminiu, este dispus după o tramă cu înălțimea egală cu înălțimea de nivel și lățime de 3 m; este fixat de stîlpi cu prinderi reglabile. Vitrajul este dublu, cu geam exterior de culoare închisă termoabsorbant și geam clar la interior.

Durata totală a execuției: 28 de săptămîni. Structura de oțel a fost ridicată în 15 săptămîni, ulterior turnării tubului de beton, inclusiv 4 săptămîni necesare pentru montarea tablei cutate de planșeu. Peretele cortină a fost montat fără schele, din interiorul clădirii.



SECȚIUNE VERTICALĂ PRIN FAȚADĂ ÎN DREPTUL PLANȘEULUI DE ETAJ CURENT

a) Stîlp profil H 203 x 203 mm; b) Grindă în zăbrele 455 mm înălțime, îmbrăcată cu plăci de vermiculit; c) Placă de vermiculit cu față din aluminiu; d) Barieră antifoc; e) Placă beton 14 cm, peste tablă cutată; f) Grindă de bordaj din beton prefabricat; g) Pardoseală supraînălțată; h) Geam termoabsorbant 6 mm + strat aer 12 mm + geam clar 12 mm; i) Grilă evacuare fum; j) Chit rezistent la foc; k) Tavan suspendat; l) Unitate de inducție aer condiționat; m) Grilă absorbție aer; n) Grilă de inducție aer condiționat.